

Mémoire de Master Recherche en Archéologie médiévale,
sous la direction de Mme B. Boissavit-Camus, M. J.-P. Caillet,
Mme B. Palazzo-Bertholon et M. J.-C. Valière.

Les vases acoustiques, dans les églises médiévales et
modernes : une étude à travers les sources et les édifices de
Normandie.

Pauline Carvalho
Master Recherche d'Archéologie Médiévale,
Paris X, 2007-2009
Sommaire

Remerciements	p. 5
Introduction	p. 6
1. <u>Historiographie et état de la recherche</u>	p.7
1.1. Une étude pluridisciplinaire	p.7
1.2. Historiographie.....	p. 8
1.2.1. Les données archéologiques	p. 8
1.2.2. Les données acoustiques	p. 9
1.3. Description du dispositif et discussion quant à son utilisation	p.9
1.3.1. Nature et description du dispositif	p.9
1.3.1.1.Nature des vases	p.9
1.3.1.2. En taille et en nombre	p. 10
1.3.1.3.Mode d’implantation et disposition	p. 10
1.3.2. Les hypothèses concernant leur destination	p. 12
1.3.3. Les débats entre sceptiques et partisans de réels effets acoustiques	p. 13
2. <u>Le projet de recherche 2007/2009</u>	p. 14
2.1. Le cadre dans lequel ce projet s’insère : dernières études réalisées par l’ACI de Poitiers	p. 14
2.1.1. Les mesures acoustiques	p. 14
2.1.2. L’établissement d’un protocole de recherche	p. 15
2.1.3. Les conclusions de la dernière étude (Romain Rebeix, 2006).....	p. 17
2.2. L’intérêt de notre mémoire et la méthode mise en place	p.19
2.2.1. L’étude des sources textuelles	p. 20
2.2.1.1.Les traités d’architecture	p. 20
2.2.1.2.Les archives	p. 23
2.2.2. Les études archéologiques et acoustiques <i>in situ</i> et l’inventaire	p. 24

3. <u>Evolution des connaissances acoustiques, de l'Antiquité au XVIII^e siècle</u>	p. 26
3.1. Recherche en acoustique dans l'Antiquité	p. 26
3.1.1. Acoustique musicale	p. 27
3.1.2. Nature physique du son et écho	p. 27
3.2. Transmission des savoirs antiques	p. 30
3.2.1. A l'époque médiévale	p. 30
3.2.2. A la Renaissance	p. 31
3.3. Les progrès de la science acoustique aux XVII ^e et XVIII ^e siècles	p. 32
3.3.1. Marin Mersenne.....	p. 33
3.3.2. Les connaissances des Lumières :	
<i>L'Encyclopédie</i> de Diderot et d'Alembert	p. 36
4. <u>Acoustique et architecture</u>	p. 37
4.1. L'acoustique dans les traités d'architecture de l'Antiquité à la Renaissance	p. 38
4.1.1. Architecture et musique : deux sciences sœurs selon saint Augustin.....	p. 38
4.1.2. La musique : une qualité de l'architecte	p. 40
4.1.3. Réflexions en acoustique des salles et reprises des théories acoustiques ...	p. 43
4.2. L'acoustique des salles aux XVII ^e et XVIII ^e siècles : Mersenne, Pierre Patte, Diderot et d'Alembert	p. 48
4.2.1. Echo et architecture	p. 49
4.2.1.1. Symbolique et utilité de l'écho	p. 49
4.2.1.2. Les différents types d'écho	p. 51
4.2.2. L'échométrie et son application.....	p. 54
4.2.2.1. Echométrie	p. 54
4.2.2.2. Formes des salles	p. 55
4.2.3. Théorie de l'acoustique architecturale au XVIII ^e siècle	p. 58
4.2.3.1. Pierre Patte (1723-1814), architecte	p. 58
4.2.3.2. Cabinets secrets et galeries des murmures	p. 60
5. <u>Les <i>echea</i> et les vases acoustiques, analyse de termes et analyse comparative</u>	p. 62

5.1. Vases, jarres, cavités souterraines, etc. Leurs propriétés acoustiques depuis l'Antiquité jusqu'au XVIII ^e siècle	p. 62
5.2. De l'effet des <i>echea</i>	p. 65
5.3. Les églises médiévales et modernes, et les vases acoustiques	p. 67
5.3.1. L'acoustique des églises	p. 68
5.3.2. L'utilisation des vases : analyse des termes	p. 69
5.4. Peut-on parler de filiation entre <i>echea</i> et vases acoustiques ?	p. 74
 Bilan et résultats de cette première partie.....	p. 76
 6. <u>Survol historique de la Normandie du XI^e au XVIII^e et aspects liturgiques généraux</u>	p. 77
6.1. Le contexte général de la Normandie.....	p. 78
6.1.1. Le cadre géographique	p. 78
6.1.2. Le cadre historique.....	p. 78
6.2. Le contexte de la pratique.....	p. 87
6.2.1. La place de la musique dans la liturgie.....	p. 87
6.2.2. Fonctions des espaces ecclésiaux et acteurs de la vie liturgique.....	p. 88
6.2.3. Les acteurs de la vie religieuses et leur église.....	p. 91
 7. <u>L'enquête de terrain : problématique et questions de méthode</u>	p. 92
7.1. Les recherches précédentes et l'inventaire.....	p. 92
7.1.1. Le protocole de recherche de Romain Rebeix.....	p. 92
7.1.2. L'inventaire.....	p. 94
7.1.3. Le corpus, son enrichissement et sa documentation.....	p. 94
7.2. Les données architecturales et archéologiques.....	p. 97
7.2.1. Le protocole de recherche.....	p. 97
7.2.2. Présentation générale du corpus des données architecturales et archéologiques	p. 99
7.2.2.1. Les édifices	p. 99
7.2.2.2. Les vases (base "céramologie").....	p. 109

7.2.3. Forces et limites de ce corpus	p. 112
7.3. Les données historiques	p. 112
7.3.1. Le protocole de recherche	p. 113
7.3.2. Présentation général du corpus des données historiques.....	p. 114
7.3.3. Forces et limites de ce corpus	p. 115
7.4. Les vases acoustiques en Normandie essai de synthèse régionale.....	p. 116
7.4.1. Commentaire méthodologique sur les forces et les limites de la documentation et du corpus.....	p. 116
7.4.2. Analyse et synthèse des corpus architecturaux, archéologiques et historiques.....	p. 116
7.4.2.1.Les datations d’installation des vases.....	p. 116
7.4.2.2.Les techniques (édifices et vases)	p. 117
7.4.2.3. Usagers et fonctions.....	p. 120
 Bilan de cette étude	 p. 123
 <u>8. Perspectives pour la thèse</u>	 p. 125
 Bibliographie.....	 p. 128

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu, Mme Boissavit-Camus, ma directrice de mémoire, sans laquelle je n'aurais pas pu travailler sur ce sujet si intéressant, M. Jean-Pierre Caillet, professeur d'Histoire de l'Art à Paris X, qui suit également de près ce travail, et bien sur Bénédicte Palazzo-Bertholon, et Jean-Christophe Valière, mes tuteurs, tous deux à l'initiative de ce projet de recherche. Mais au-delà de la seule direction, je les remercie encore tous les quatre pour l'attention qu'ils ont envers leurs étudiants et leur disponibilité quand il s'agit, par exemple, de se poser les bonnes questions en matières d'orientation.

Tout de suite après, je remercie mon grand-père, qui a bien voulu m'emmener faire le tour des églises normandes, et qui a gardé son sang froid quand je lui ai dit qu'il fallait que je mesure 24 vases tous pareils.

Mes remerciements vont également à Jean-Marc Fontaine, acousticien, sans oublier Philippe Bernardi, historien des textes, Jean-Dominique Polack, acousticien et Laurent Philippon qui m'ont apporté de l'aide dans le cadre de l'ACI, ainsi qu'à Bouba El Harchi, secrétaire au Laboratoire d'Aérodynamique de l'université de Poitiers. Je dois aussi citer Nathalie Jarniat, qui a travaillé sur le sujet pour son propre mémoire, et m'a donné de précieux conseils. Je remercie également tous les professeurs et archéologues qui ont bien voulu me donner un peu de leur temps, comme Mme Massounie, spécialiste en architecture moderne et maître de conférence à Paris X, Elisabeth Lecler-Huby, céramologue à l'INRAP Haute-Normandie, ainsi que tous les autres, qui ne pouvaient peut-être pas m'apporter d'informations, mais qui ont été intéressés et m'ont encouragée.

Je remercie Marie Henrion, doctorante en histoire de l'architecture, très intéressée par le sujet et qui m'a fait part d'un édifice syrien qui contient des vases, ainsi que Mme Guilluy, habitante de Normandie, présente lors de la découverte des vases de Bosc-Bénard-Commin dans les années 80, et qui m'a donné beaucoup d'informations, y compris une nouvelle mention d'édifice.

Je tiens à remercier toutes les personnes que j'ai rencontrées sur place, celles qui détenaient les clés des églises, les guides, et les employés de mairie, qui m'ont parfois apporté de précieuses informations sur leur église.

Je remercie enfin mes parents, mon frère, toute ma famille et mes amis, ainsi que mes collègues et responsables, intéressés ou non par le sujet, pour leur soutien, leurs encouragements... et aussi leur patience.

Introduction

Pendant plus de sept siècles, entre le XI^e et le XVII^e siècles, des vases de terre cuite, pour la plupart, ont été insérés dans les maçonneries des édifices de culte d'Europe. La panse était noyée dans la maçonnerie, seul le col affleurait à la surface de l'enduit. L'usage se perd progressivement au cours des XVI^e et XVII^e siècles, et c'est au XIX^e siècle, lors de démolitions ou de reconstructions d'édifices, qu'on les redécouvrit. Ces poteries furent rattachées aux vases d'airain que cite Vitruve dans le cinquième livre de son traité d'architecture. Autrement nommés *echea*, ils étaient utilisés dès l'Antiquité grecque pour faciliter la transmission de la voix des acteurs dans les théâtres. Les sources médiévales et modernes, bien que peu nombreuses, font état, elles aussi, de vases placés dans les voûtes et le chœur des églises pour « qu'il s'y fasse mieux chanter ». On leur attribua alors une fonction, similaire, censée améliorer l'acoustique des édifices de culte. Bien que la plus communément admise, cette fonction fit l'objet de nombreux débats dont nous parlerons par la suite.

Très vite, dès le XIX^e siècle, archéologues, acousticiens et amateurs éclairés se sont efforcés de comprendre pourquoi ces dispositifs avaient été mis en œuvre, quelles pouvaient être les intentions et les connaissances acoustiques exactes des bâtisseurs médiévaux et modernes, quels étaient les effets acoustiques attendus et quels effets physiques étaient finalement obtenus. Jusqu'en 1896, les recherches et les publications mondiales abondent. Après cette période faste, les démolitions et restaurations d'édifices s'estompent, et les découvertes se font plus rares. Mis à part les recherches de Baudoin en 1938 en Bas-Poitou, l'intérêt diminue et il faut attendre la thèse de l'Abbé Floriot en 1964, aujourd'hui considérée comme la référence sur le sujet, et la thèse de Jean-Marc Fontaine en 1979 qui vint la compléter, pour que la communauté scientifique française se passionne de nouveau pour le sujet. D'autres travaux de recherches et publications importants ont suivi, et des groupes de recherches se sont constitués. Ainsi, Bénédicte Palazzo-Bertholon, archéologue, et Jean-Christophe Valière, acousticien, décidèrent de poursuivre la recherche. Une Action Incitative de l'Université de Poitiers a été constituée, et une dizaine de chercheurs de disciplines différentes, dont Jean-

Marc Fontaine, apportent aujourd'hui leur contribution. C'est dans ce cadre de recherche que deux mémoires ont été rédigés, l'un par Solène Moreau, en 2002, étudiante au Laboratoire d'Etudes Aérodynamique (LEA) de Poitiers, l'autre en 2006, par Romain Rebeix étudiant en archéométrie à Bordeaux. C'est au sein de cette même équipe que prend place ce mémoire de Master sur les vases acoustiques des édifices de cultes de Normandie.

Après un retour sur l'historiographie et sur l'état des connaissances actuelles, nous exposerons le cadre de recherche dans lequel s'inscrivent ce sujet et sa problématique. Puis nous présenterons la recherche effectuée, les méthodes mises en œuvre, les premiers résultats et les apports que nous espérons fournir pour une meilleure compréhension de cet usage qu'est celui des vases dits acoustiques.

1. Historiographie et état de la recherche

1.1. Une étude pluridisciplinaire

L'étude des vases acoustiques, comme l'illustrent très bien les différents types de publications parus sur le sujet, nécessite une démarche pluridisciplinaire. Comprendre l'utilité de ces vases et le rôle qu'ils pouvaient jouer dans l'espace intérieur des églises médiévales et modernes, revient à prendre en compte une large palette de facteurs qui conditionnent l'acoustique architecturale. D'une part l'architecture et le volume de l'édifice, ainsi que le mode de couverture et le traitement des surfaces sont déterminants. D'autre part, il convient également de prendre en compte et de mettre en relation tous ces facteurs avec les éléments socio-culturels des différentes époques, comme la pratique de la liturgie, l'importance de la parole et/ou de la musique sacrée. Nous pouvons citer Victor Desarnaulds qui résume très bien la situation : *« L'analyse acoustique des églises apparaît alors comme un moyen pertinent pour étudier indirectement et objectivement les approches du culte et les choix pratiques des chrétiens au cours des âges. Pratiquement, cela revient à se poser la question de savoir comment les préoccupations ecclésiologiques et liturgiques des chrétiens se sont traduites du point de vue acoustique dans les constructions qu'ils ont édifiées pour célébrer leurs cultes. La réponse à cette question, qui passe par une évaluation technique au niveau acoustique mais également architectural, ne peut faire l'économie d'une réflexion plus large sur la liturgie, et sur son évolution au niveau de sa forme et de son contenu. Cela implique en particulier d'analyser le statut, sous toutes leurs formes, de la parole (lecture, prédication,*

liturgie parlée, etc.) et de la musique (liturgie chantée, chant de la schola, de l'assemblée, musique d'orgue et d'autres instruments, etc.). Enfin, l'histoire de l'art se révèle indispensable à l'étude des dispositifs utilisés pour améliorer les conditions acoustiques des églises (notamment les vases acoustiques, les chaires et leur abat-voix) ainsi qu'à l'analyse de l'organisation de l'espace (notamment au travers de l'étude des caractéristiques et de la position des sièges et de l'orgue). La présentation de cette problématique montre alors clairement que la démarche se doit impérativement d'être pluridisciplinaire. L'étude de l'acoustique des églises concerne en effet non seulement des domaines techniques comme l'acoustique et l'architecture, mais également les sciences humaines avec la théologie, la musicologie et l'histoire de l'art. » (Desarnauld 2002, p.4)

Ce type d'étude nécessitant tant d'approches différentes, il faut pouvoir prendre en compte cette globalité tout en se concentrant sur un petit nombre de ces aspects, car si tout ceci est très intéressant, nous devons reconnaître que l'avancement de cette recherche ne pourra se faire que pas à pas. Notre travail se limitera donc aux aspects archéologiques et acoustiques. D'ailleurs, les sources bibliographiques connues à ce jour ne relèvent essentiellement que de ces deux disciplines.

1.2. Historiographie

1.2.1. Les données archéologiques

Nous disions que les études sur les vases acoustiques ont débuté au XIX^e siècle. La redécouverte de ces vases reviendrait à Huard en 1842, où il en mentionne certains dans un rapport de l'église Saint-Blaise d'Arles (Comité historique des arts et monuments 1842-1843.). Vers 1860, les découvertes s'intensifient et concernent tout le territoire européen, puisque des vases sont découverts un peu partout, comme au Danemark, en Moscovie et en Suède. Les savants et les érudits, comme Cochet (Cochet 1862), Viollet-le-Duc (Viollet-le-Duc 1868), s'emparent du sujet et un premier recensement est fait par Vachez¹ en 1886. En 1938, Baudouin² mena une recherche dans le Bas-Poitou, ainsi que Jean de Sturler³ en 1957. Dans la

¹ Vachez Antoine, *Des echea ou vases acoustiques dans les théâtres antiques et les églises du Moyen Age*, Le Blanc-Hardel, Caen, 1886, 25 p.

² Baudouin Marcel, *Les vases de résonance dans les églises du Bas-Poitou*, H. Potier, La Roche-sur-Yon, 1938.

³ Sturler Jean (de), Note sur l'emploi des poteries creuses dans les édifices du Moyen Age, *Le Moyen Age*, Bruxelles, 1957, t. LXIII.

seconde moitié du XX^e siècle, les articles se font plus rares. Celui de Henigfeld et Werlé (Henigfeld, Werlé 2002), un article paru en 2006 sur les vases acoustiques d'une petite église florentine (Badia a Settimo) et surtout le mémoire d'archéométrie de Romain Rebeix (Rebeix 2006) sont les publications les plus récentes que nous connaissions pour le moment.

1.2.2. Les données acoustiques

Les publications sur l'acoustique apportent également beaucoup à la connaissance de ces vases, y compris pour ce qui est des questions architecturales et archéologiques. Les principales sources sont les thèses de Messieurs Floriot (Floriot 1964), Jean-Marc Fontaine (Fontaine 1979), Victor Desarnaulds (Desarnaulds 2002), le mémoire de Solène Moreau (Moreau 2002). Ces études ont permis d'en apprendre d'avantage quant aux propriétés acoustiques des vases mais aussi des règles d'implantation. Nous verrons ci-après ce qu'elles ont précisément apporté.

1.3. Description du dispositif et discussion quant à utilisation (observations générales, toutes périodes confondues)

1.3.1. Nature et description du dispositif

1.3.1.1. Nature des vases

La plupart du temps les vases sont en terre cuite, mais peuvent parfois être en verre (Abbaye de Melleray, La Meilleraye-de-Bretagne, Loire-Atlantique). Floriot a remarqué que les vases étaient des récipients d'usage commun et de tous types. Ainsi, on a pu trouver des pots à sucre, des jarres, des bouteilles ou des gourdes. Il a été aussi mis en évidence que les poteries utilisées dans les églises étaient de facture régionale et qu'il ne devait pas exister de production spécifique destinées à ces édifices. Les caractéristiques céramologiques ne semblent pas être un point déterminant dans le choix des récipients utilisés. Le type de terre, ou la présence ou non de glaçure sont des points sur lesquels il ne semble y avoir aucune règle particulière. Ce ne sont là que des observations générales, car certains auteurs, y compris l'abbé Floriot, se demandent si certaines séries de poteries, n'ont pas été fabriquées

uniquement dans un but acoustique. Pour cette présente étude, une analyse céramologique s'avère donc indispensable.

Parfois les vases ont subi des transformations avant leur mise en place, le but étant toujours de retravailler la partie du pot qui sera en contact avec l'intérieur de l'édifice. Ainsi, l'ouverture du vase peut être obturée par un bouchon de liège ou d'ardoise par exemple (vase à couvercle avec ouverture trifoliée à Bjerresjö, Suède Floriot 1964, p. 21). Quelquefois, le pot peut être retourné dans le mur et un ou plusieurs trous sont percés à l'arrière (Ancienne Chartreuse, Pleterjach, Slovénie, Fontaine 1979, p. 30). Le plus souvent, quand un vase est retravaillé de cette façon, son ouverture est scellée par une pierre ou par un bouchon. On observe que dans certains cas, l'ouverture des vases est sertie de décoration en relief ou de peintures murales (ill. 1).

1.3.1.2. En taille et en nombre

La taille moyenne des vases inventoriés par Floriot et Fontaine est d'environ 25 cm, mais dans quelques cas extrêmes on peut trouver des vases allant d'une soixantaine de centimètre (Saint-Victor à Marseille) jusqu'à 1,10 m (Catane d'Ossat, Italie). Quant à leur nombre, selon Floriot, il varie de 1 à 100, la moyenne tournant autour de 25 pots. Ce critère varie donc beaucoup d'un édifice à l'autre, mais le problème réside aussi dans le fait que tous les vases ne sont pas toujours visibles au moment de l'étude, soit qu'ils aient disparus, soit qu'ils soient recouverts d'enduit. On considère toujours le nombre de vases observés comme un minimum et il est parfois possible de faire des estimations quant aux nombres de vases présents à l'origine (traces, rapport de symétrie...). Pour le protocole de recherche donc, un champ sera réservé aux vases constatés et un autre concernera les vases estimés.

1.3.1.3. Mode d'implantation et disposition

Jean-Marc Fontaine a comptabilisé quatre modes d'implantation majoritaire (Fontaine, 1979, p. 14) :

- Les poteries peuvent être noyées dans le blocage en lieu et place d'une pierre de construction, le col restant affleurant à la surface du parement qui a été préalablement évidé. (Saint-Idunet, Trégourez, Bretagne).
- Elles peuvent être placées dans une niche vide ou remplie de gravats, et maintenues uniquement par le col (Saint-Pierre d'Equainville, Fiquefleur-Equainville, Haute-Normandie).
- Les vases peuvent être directement insérés dans une pierre de construction, taillée au préalable dans ce but (église des Carmes de Famagouste, Chypre).
- Dans le cas de voûtes en bois, les vases peuvent être sertis de lambris (Eglises de Combrit, Bretagne).

En ce qui concerne leur disposition dans l'espace intérieur de l'église, certaines tendances ont pu être dégagées. Leur localisation se fait principalement dans les voûtes et les murs du chœur (Fort-Moville, Haute-Normandie, Pommiers-en-Forez, Loire), mais aussi le long des corniches (Flancourt-Catelon, Haute-Normandie), à l'angle des piliers (Montivilliers, Haute-Normandie), dans les parois au-dessus des stalles ou face à la chaire. Dans certaines églises, une disposition des vases autour des fenêtres du chœur est aussi observable (Eglise des Dominicains à Strasbourg). Mais on en retrouve aussi dans la nef (Saumont-la-Poterie, Haute-Normandie), soit localisés dans les travées près de chœur, et à la croisée du transept (Blosseville-du-Mer, Haute-Normandie), soit dans toute la nef. On voit donc qu'il n'y a pas de règles particulières et que tous les cas de figures, en proportion variable peuvent se rencontrer. Il conviendra d'étudier tout cette question au cas par cas. Comme nous le verrons pas la suite, la place qu'occupe ces vases au sein des édifices est essentielle, puisqu'elle est susceptible de révéler les préoccupations des bâtisseurs qu'il s'agissent de considérations liturgiques ou relatives à la qualité sonore de l'espace.

Ils sont le plus souvent dispersés, et espacés d'au moins un mètre, rarement de moins de 50 cm, et sont majoritairement placés en hauteur, en de rares cas sous le dallage (Eglise Notre-Dame à Calais, Nord-Pas-De-Calais, Saint-Benoît-sur-Loire, Loiret). Quant à leur répartition, elle peut être diverse, en ligne, en triangle, mixte ou dispersée (ill. 2 et 3). Il semblerait que, dans les voûtes, la répartition soit plutôt dispersée, tandis que dans les murs et les piliers, les répartitions en ligne ou en triangle soient privilégiées. Enfin, le volume semble être un facteur déterminant ; dans les petits édifices, on trouve surtout une répartition dispersée, tandis que dans les grands, les vases sont concentrés.

1.3.2. Les hypothèses concernant leur destination

Concernant leur destination, beaucoup d'hypothèses ont été émises. La fonction acoustique est la plus communément admise (Cochet 1862, Didron 1862⁴, Viollet-le-Duc 1868), notamment parce que Vitruve fait référence aux *echea*, permettant, selon lui, de faciliter la transmission de la parole à travers le théâtre. Mais ces vases étaient en airain, contrairement aux céramiques médiévales. De plus très peu de vestiges ayant subsisté, on ne sait pas réellement comment ceux-ci étaient utilisés, on peut donc se poser la question d'une réelle ascendance antique. Cette fonction acoustique fut longtemps l'objet d'une polémique parmi les scientifiques, archéologues et acousticiens. En 1904, Weber⁵ interprète les poteries comme des joints de dilatation, « destinés à réduire les risques de fendillements des enduits peints », ce que conteste B. Palazzo-Bertholon : « dans la mesure où la surface enduite emploie d'autres systèmes mécaniques pour se prémunir contre ce genre de risques comme les agrégats ajoutés au liant qui confère au mélange sa propre élasticité » (Palazzo-Bertholon, Valière 2007, p. 3). Les vases placés dans la maçonnerie ont également été interprétés comme des niches à lampes à huile ou des caches à trésor, ce qui paraît peu probable compte tenu de la hauteur des dispositifs (Henigfeld, Werlé 2002, p. 138). L'abbé Floriot (Floriot 1964, p. 33) et Jean-Marc Fontaine (Fontaine 1979, p. 33) rapportent dans leurs travaux que les pots auraient également pu servir à réguler la température et/ou l'humidité des murs. Dans la mesure où les problèmes d'humidité et de remontées par capillarité concernent surtout les parties basses, cette hypothèse n'est pas complètement satisfaisante. De plus, les vases sont souvent concentrés dans une partie spécifique de l'édifice, en particulier le chœur. Si les vases étaient utilisés à des fins sanitaires, on peut se demander pourquoi l'édifice entier n'en n'aurait pas bénéficié. Les vases auraient également pu servir de par leur faible poids, à alléger les voûtes des églises⁶. C'est une technique architecturale avérée, notamment dans les édifices romains et les églises antérieures au X^e siècle (Dôme de Minerva Medica à Rome, voûtes "tubulaires" de l'Eglise Saint-Vital à Ravenne). Cependant, lorsque les poteries sont utilisées à cette fin, elles sont présentes en très grand nombre et entièrement noyées dans la maçonnerie sans aucune communication avec l'espace intérieur de l'église. Cette application ne vaut donc pas pour les vases dont le col est affleurant à la surface des enduits et dont le nombre est relativement restreint. Enfin, on pense que l'installation de pots aurait pu servir de

⁴ Didron Ainé, *Annales archéologiques*, 1862, t. XXI, p. 274.

⁵ Weber P., Schallgefäße in mittelalttrlichen kirchen, *Die Denkmalpflege*, VI, Berlin, 1904.

⁶ Sturler Jean (de), Note sur l'emploi des poteries creuses dans les édifices du Moyen Age, *Le Moyen Age*, Bruxelles, 1957, t. LXIII.

points de marquage foncier, comme le rapportent Henigfeld et Werlé dans leur article de 2002 (p. 138). Cette hypothèse semble peu probable dans la mesure où un édifice religieux n'est qu'une seule propriété foncière, mais plausible dans le cas de l'architecture civile.

L'hypothèse acoustique est la plus défendue, car comme nous l'indiquons plus haut, l'existence de quelques textes médiévaux, sur lesquels nous reviendrons, mentionnent clairement cet usage.

1.3.3. Les débats entre sceptiques et partisans de réels effets acoustiques.

Si ces textes viennent appuyer l'hypothèse que ces vases ont été placés dans les églises pour en corriger ou améliorer l'acoustique, la question de leurs réels effets reste entière. C'est ainsi que les scientifiques et les érudits se sont longtemps divisés concernant ceux-ci. Voici une brève liste, que l'abbé Floriot a dressée, des partisans et des sceptiques de réels effets acoustiques.

Partisan de l'effet acoustique des vases, Huard, le premier (1842), relie les vases qu'il découvre à Arles aux *echea* de Vitruve et déclare : « ces objets devaient servir à répercuter le son et faire partie d'un système acoustique » (*in* Fontaine 1979, p. 34). L'abbé Cochet note en 1864 (p. 188), à propos de l'Eglise de Blossenville-sur-Mer, que le curé avait remarqué que ces vases rendaient son église « très sonore pour le chant et la prédication ». En 1938, Baudouin affirme que « les vases deviennent eux-mêmes des centres de vibration et ils augmentent l'intensité du son total résultant de l'émission de la voix »⁷.

Parmi les sceptiques de la théorie acoustique on trouve le chanoine Bourbon qui affirme en 1898 dans le *Courrier de Genève* que « On voulut charger les voûtes mêmes de l'église de répéter les suaves accents du chant sacré. A cette fin, on les a armées de pots de résonance qui eurent pour un temps un grand succès. Cependant, les principes de l'acoustique ne se sont pas pliés à cette ingénieuse invention. L'expérience n'a pas tardé à prouver que ces pots de résonance étaient des meubles inutiles. » (*in* Desarnaulds, 2002, p.119). Pour le danois Mackeprang⁸, le renforcement du son échappe à l'observation tant il est faible, en raison de la

⁷ Baudouin Marcel, *Les vases de résonance dans les églises du Bas-Poitou*, H. Potier, La Roche-sur-Yon, 1938.

⁸ Mackeprang, *Présence des vases acoustiques dans certaines églises danoises, Mémoire de la Société Royale des Antiquaires du Nord*, Copenhague, 1904.

petite taille des vases placés à une très grande hauteur (*in* Rebeix 2006, p. 19). Pour Helbig⁹ enfin, en 1886, la forme et la proportion des voûtes ont une influence bien plus prononcée sur la "sonorité" que les vases (*in* Floriot 1964, p. 32).

Ces exemples illustrent le fait que, bien que s'accordant sur la vocation générale acoustique du dispositif, c'est au niveau de ses réels effets que les avis divergent. Si tous ont admis que les vases devaient avoir été placés dans les églises afin d'en changer certaines caractéristiques acoustiques, c'est parce qu'il existe des textes médiévaux qui viennent appuyer une telle hypothèse.

2. Le projet de recherche 2007/2008

2.1. Le cadre dans lequel ce projet s'insère : les dernières études de l'ACI de Poitiers

2.1.1. Les mesures acoustiques

Les mesures acoustiques *in situ* et en laboratoire avaient pour objectif global de comprendre quels effets physiques ces vases avaient sur l'acoustique et comment ils pouvaient influencer les voix parlées et chantées.

L'expérience conduite lors du stage de DEA de Solène Moreau a permis de comprendre le fonctionnement des vases. Un microphone associé à une chaîne d'acquisition suivie d'un analyseur de fréquence était inséré à l'intérieur du vase, puis dans le col, en sortie du col et enfin à 10 cm à l'extérieur de l'ouverture. Une source sonore émettait un son qui contenait toutes les fréquences possibles sur la gamme audible (Palazzo-Bertholon, Valière, 2007). Etant donné leur complexité, nous ne nous attarderons pas ici sur les propriétés strictement acoustiques des vases, et les effets physiques attendus ou obtenus. Nous dirons juste que techniquement, un vase, ou tout volume similaire à l'embouchure plus petite que la section de ce volume, possède les propriétés de ce que les acousticiens appellent résonateur de Helmholtz, du nom du physicien qui en a étudié le fonctionnement.

« Un résonateur de Helmholtz se compose d'un col et d'une cavité La cavité est de volume V et est reliée au milieu extérieur par un tube court et étroit de rayon r et de longueur l , le col. Le

⁹ Helbig Jules, Notes sur les poteries acoustiques, *Revue d'art chrétien*, 1886.

vase est alors assimilable à un système masse/ressort classique, l'air situé dans le col étant la masse et celui contenu dans la panse étant le ressort. Ce système se met en oscillation sous l'effet d'une source excitatrice extérieure de fréquence Xr . Un résonateur possède une fréquence de résonance autour de laquelle il peut se mettre en oscillation. » (Rebeix 2006, p. 28)

Ces résonateurs ont de multiples effets :

- un effet amplificateur : le résonateur réagit sur le rayonnement de la source ;
- un effet diffuseur : le résonateur absorbe l'énergie sonore et la restitue dans toutes les directions ;
- un effet dissipatif (absorbeur) : le résonateur dissipe une part de l'énergie mise en jeu ;
- un effet réverbérateur : lorsque la source est coupée, le résonateur restitue l'énergie emmagasinée jusqu'à extinction du son à une fréquence fixe.

Toutefois, ces effets sont aussi fonction de la position du résonateur et de la source émettrice. Etant donné que les vases acoustiques sont le plus souvent situés en hauteur, certains effets comme les effets de diffusion et d'absorption sont observés. Au contraire les effets de réverbération et d'amplification ne sont pas intéressants pour les vases des églises (Moreau 2002, pp. 19-20 ; p.23).

2.1.2. L'établissement d'un protocole de recherche

Selon un protocole mis en place lors du stage de Romain Rebeix au sein de l'ACI, un certain nombre de critères ont été retenus pour chaque édifice, afin de rendre les résultats obtenus les plus homogènes possibles et pouvoir ensuite les traiter statistiquement. Ainsi, des analyses systématiques des dispositifs encore présents, reposant à chaque fois sur ces mêmes critères, ont pu être faites dans le plus grand nombre possible d'édifices de culte inventoriés jusque là. Un dispositif de canne en fibre de carbone télescopique au bout de laquelle un micro est fixé à l'aide d'une rotule ou d'un trépied permettant un positionnement facile du micro à l'embouchure, est utilisé pour réaliser le même type d'expérience que celles citées précédemment. A chaque fois étaient recensés le volume global, le nombre de vases, les fréquences de résonances de chaque vase, leur position, les diverses données historiques qui ont pu être trouvées sur l'édifice, les observations archéologiques qui ont été faites sur places

et une couverture photographique des vases implantés dans l'édifice (Palazzo-Bertholon Valière, 2007).

Voici la liste des édifices étudiés par Romain Rebeix :

Tourtoirac : Chapelle de l'abbaye du XIII^e siècle

Lauvaudieu près Brioude : Abbaye de bénédictines, Eglise Saint-André du XI^e siècle

Baye : Eglise Saint-Pierre aux Liens.

Briec : Eglise Saint-Pierre et Saint-Paul du XVI^e siècle

Ergué-Armel : Eglise Saint-Alor du XVI^e siècle

Le Juch : Eglise Notre Dame et Saint-Maudet de la première moitié du XVI^e siècle

Le Trévoux : Eglise paroissiale

Melgven : Eglise Saint-Pierre et Saint-Paul du XVI^e siècle

Ploaré-Douarnenez : Eglise Saint-Herlé de la deuxième moitié du XVI^e siècle

Quéménéven : Chapelle Notre Dame de Kergoat du XVI^e siècle

Trégourez : Eglise Saint-Idunet du XVI^e siècle

Angers : Eglise Saint-Martin du XII^e siècle

Chemillé : Ancienne église Notre Dame du XII^e siècle

La Meilleraye de Bretagne : Eglise de l'abbaye de Meilleray du XII^e siècle

Les Epesses : Eglise Saint-Jean

Moisdon la Rivière : Eglise de Jouin du XI^e siècle

Saint-Sulpice les Landes : Eglise Saint-Sulpice du XV^e siècle

Parthenay : Eglise des Cordeliers du milieu du XIII^e siècle

Quinçay : Eglise paroissiale

Saint-Bris-des-Bois : Abbaye de Fontdouce du XII^e siècle

A partir de ces mesures, ajoutées à celles obtenues par les chercheurs précédents (Floriot, Jean-Marc Fontaine et Victor Desarnaulds), des calculs statistiques et des diagrammes, réalisés par Romain Rebeix, ont permis de dégager quelques règles d'implantation. Dans cette étude, les édifices paroissiaux ont été distingués des édifices monastiques, afin de voir si le statut avait une incidence sur l'utilisation des vases.

2.1.3. les conclusions de la dernière étude (Romain Rebeix, 2006) :

Romain Rebeix remarque, dans un premier temps, que la France ne constitue pas un cas à part en Europe et qu'elle a utilisé les vases acoustiques de la même manière que ses voisins. Le pic d'implantation des vases acoustiques semble se situer à la période romane (XII^e siècle) tandis qu'un regain d'intérêt au XVI^e siècle semble correspondre à la Renaissance et à l'époque de la Réforme. Selon Desarnaulds, un grand soucis était alors apporté à l'acoustique des lieux de culte comme en témoigne l'apparition des chaires, et les transformations de l'espace intérieur comme la destruction des jubés. Cette explication peut donc être proposée pour expliquer le plus grand nombre d'implantations au cours de ce siècle. La chute observée à partir du XVII^e siècle correspond aux premières grandes avancées dans le domaine de l'acoustique. Etant donné la difficulté qu'ont eu les acousticiens du XX^e siècle à s'accorder sur les effets des vases, tant ils sont difficiles à caractériser, il semble possible que des études menées à l'époque n'aient pu statuer de quelque effet que se soit. Ceci peut être une première hypothèse de l'arrêt de l'usage des vases acoustiques. Le texte de l'architecte Salomon présenté ci-après (cf. 5.3.2.), représente un témoignage cohérent avec cette explication. Bien qu'il ne constitue qu'une source isolée, il montre l'incrédulité des hommes du XVIII^e siècle vis-à-vis de l'efficacité des vases acoustiques.

Dans un second temps, on remarque une nette augmentation du nombre de vases installés dans les édifices au fil des siècles et ce jusqu'au XVI^e siècle. On note également une progression du nombre de vases lorsque le volume augmente. D'après Carvalho¹⁰ (*in* Rebeix 2006, p. 54), cet accroissement du volume produirait un appauvrissement des qualités acoustiques. L'augmentation du nombre de poteries au fil du temps appuierait l'hypothèse du rôle acoustique des vases. Il existerait donc un rapport de proportionnalité, même si la nature de celui-ci n'est pas bien défini, entre le volume d'un édifice et le nombre de vases qui y sont installés.

L'observation du rapport entre la disposition spatiale des vases et les parties constituant les édifices a révélé que la répartition dans le chœur est plus fréquente pour les édifices paroissiaux, tandis que l'installation de vases dans le transept n'est observable que dans les édifices monastiques. Les implantations dans la nef ou de manière dispersée sont

¹⁰ Carvalho, Relations between rapid speech transmission index (RASTI) and other acoustical and architectural measures in churches, *Applied Acoustics*, 1999, n°58, p33-49.

approximativement égales en proportion pour les deux types d'édifices, bien qu'il faille préciser que la majorité des vases implantés dans la nef des églises paroissiales le sont dans le fond de celle-ci, au niveau des premières travées, ce qui n'est pas le cas des édifices monastiques. Il est possible d'émettre l'idée selon laquelle les vases étaient *a priori* destinés à être stimulés par l'homme d'église plus que par les fidèles. En effet les édifices paroissiaux n'accueillent comme homme d'église que l'officiant, qui prend place dans le chœur alors que les offices menés dans des édifices monastiques accueillent de nombreux religieux, dispersés tout autour du chœur. De même, dans le cas des vases placés dans les premières travées de la nef des édifices paroissiaux, cette position coïncide avec celle de l'orgue et des chœurs, autres grands acteurs de la liturgie. Ces tendances montrent donc que les vases tendent à être situés le plus près possible de la source des émissions sonores.

Concernant la hauteur d'installation du dispositif, il apparaît un rapport de proportionnalité entre la hauteur de l'édifice et la hauteur d'installation des vases. Tous sont proportionnellement au même niveau de hauteur au sein des édifices. Il est donc possible de dégager une première règle d'implantation. Ceci permet d'exclure définitivement la possibilité d'implantation de vases à faible hauteur. Le fait que l'on ait pas retrouvé de vases à hauteur d'homme ne provient donc pas d'une dégradation anthropique des pots.

A propos des fréquences de résonance de chaque vase, il apparaît qu'ils aient été choisis en fonction de celles-ci, puisque tous les vases ont une fréquence fondamentale moyenne correspondant à la fréquence de la voie humaine parlée ou chantée. La fréquence fondamentale de la parole est d'environ 150 Hz chez l'homme et de 200 Hz chez la femme. Pour le chant, elle est respectivement de 250 Hz chez l'homme et de 300 Hz chez la femme. Par contre le volume ne semble pas avoir d'incidence sur le choix de la fréquence des vases.

Ces données appuient l'idée que les vases devaient être testés manuellement par les constructeurs en chantant ou en parlant au niveau du col et en écoutant la réponse du vase.

Ainsi, Romain Rebeix indique-t-il que l'ensemble des données collectées, qu'elles soient d'ordre historiographiques, archéologiques, acoustiques ou même issues de ses dernières mesures fournissent un ensemble bien souvent contradictoire. Les acousticiens du siècle dernier ont montré que, acoustiquement parlant, chaque édifice présente de nombreuses singularités, empêchant par là même de formuler toute règle de conception. Il s'est donc

attaché au cours de son étude à rechercher des invariants. Ainsi, il a pu constater qu'un certain nombre de paramètres pouvaient constituer des règles empiriques d'implantation.

Dans sa conclusion, il souligne également le fait qu'un travail d'information doit être fait afin de préserver les dispositifs de vases acoustiques encore en place, notamment lors des réfections d'édifices. Enfin, au vu de l'avancement de la recherche, il préconise un certain nombre de pistes de recherche à suivre, comme par exemple, et élargir le champ d'investigation à d'autres groupes d'édifices plus variés quant à leur situation géographique, puisque son étude concerne essentiellement l'ouest de la France, et plus équilibrés du point de vue de la répartition entre édifices monastiques et paroissiaux. Il suggère également que des études comparatives devraient être réalisées entre les différents types d'édifices, à savoir les cathédrales, chapelles, couvents et autres, afin de voir si d'autres tendances émergent selon les différentes typologies. De même, les inventaires témoignent d'édifices musulmans et judaïques pourvus de vases, il serait intéressant d'étendre les recherches à ces édifices, afin de déterminer s'il s'agit de cas isolés ou non et, le cas échéant, de réaliser une nouvelle étude comparative fondée sur le culte des édifices. Enfin, en ce qui concerne les édifices civils comportant des vases, il propose de réaliser les mêmes tests afin de vérifier une vocation peut-être différente des pots.

2.2. L'intérêt de notre mémoire et la méthode mise en place

Cette étude, qui est la plus récente, et la réunion de l'ACI qui s'est tenue à Poitiers le 3 décembre 2007, nous a permis de définir notre axe de recherche. Un grand nombre de questions subsiste encore aujourd'hui, et certains points méritent d'être étudiés plus en profondeur. D'une part, les raisons de mise en œuvre de ce dispositif au sein des églises médiévales et modernes sont encore très mal connues, et comme nous avons pu souvent le constater au fil de nos lectures, une recherche dans les sources s'impose. Cette étude textuelle, que nous présentons dans ce mémoire, constitue la première partie de notre travail. D'autre part, un protocole de mesures acoustiques *in situ* et d'études archéologiques a été mis en place ces dernières années avec une recherche d'invariants pouvant permettre aux chercheurs de reconnaître dans l'installation de ce dispositif de potentielles règles d'implantation. Ceci constituera la seconde phase de notre travail appliqué aux édifices normands. Voici l'intérêt de cette recherche.

2.2.1. L'étude des sources textuelles

Pour cette recherche, deux types de sources ont été, et seront exploitées et analysées : les traités d'architecture des périodes médiévales et modernes, et les archives relatives aux édifices disposant de vases acoustiques. Concernant ces dernières, nous disposons déjà d'un corpus de six textes. Il s'agit pour la plupart de comptes de construction et de chroniques. Ceux-ci montrent clairement que ces vases étaient utilisés pour améliorer l'acoustique. Il faudra cependant pousser leur analyse, mais nous verrons ceci plus détail plus bas.

2.2.1.1. Les traités d'architecture et d'acoustique

Cette étude était primordiale pour connaître les connaissances et les pratiques acoustiques des bâtisseurs. Avant de comprendre ce qui motivait l'installation des vases acoustiques, et quels effets étaient attendus, il était important de faire un état des lieux des pratiques générales en acoustique des salles. Car, si les archives que nous avons disent clairement que les vases étaient utilisés pour améliorer l'acoustique, nous ne savons quasiment rien d'une possible tradition acoustique en architecture durant les périodes médiévales et modernes. Nous avons donc choisi d'étudier les traités d'architecture de Vitruve, d'Alberti, de de l'Orme et de Pierre Patte. Il nous a semblé intéressant de consulter également Marin Mersenne, savant du XVII^e siècle, qui a écrit un important traité sur la musique et qui aborde les questions d'acoustique architecturale, et enfin, l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, ouvrage qui regroupe les savoirs du XVIII^e siècle. Nous présenterons ces sources et justifierons de ces choix lorsque nous exposerons la méthode choisie pour cette étude.

Les auteurs ont toujours rattaché les vases acoustiques médiévaux aux *echea* antiques. Les traités d'architecture que nous avons décidé d'étudier cette année font état de ces derniers. Nous avons donc choisi d'analyser ces commentaires et de confronter ce que nous savons de ceux-ci et des vases acoustiques afin de trouver des éléments nous permettant de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse admise peut-être un peu hâtivement. Enfin, si nous recueillions assez d'éléments,

ces connaissances précises des pratiques médiévales ne pourront qu'aider les chercheurs lors des études de terrain.

La méthodologie choisie est la suivante :

La principale difficulté résidait dans le choix des traités à étudier. Très vite, nous nous sommes rendus compte qu'une étude exhaustive était impossible, cela reviendrait à une recherche de doctorat. Nous avons donc choisi de nous limiter à un nombre restreint de traités. Le problème était la façon dont nous devions les choisir. Concernant le cadre chronologique, les vases étant utilisés entre le XI^e et le XVII^e siècles, nous avons d'abord voulu nous diriger vers les textes médiévaux. Mme Volti, spécialiste de l'architecture du Moyen Age nous a confirmé ce que nous craignions, il n'existe pas de traités d'architecture pour cette période, hormis celui de Villard de Honnecourt. Nous l'avons donc consulté, mais son œuvre étant essentiellement composée de dessins et de leurs légendes, il ne nous était d'aucun secours. En revanche, les traités de la Renaissance paraissaient un bon choix, puisqu'ils s'avèrent nombreux et qu'ils sont accessibles facilement. De plus, c'est à cette période que l'on redécouvre, et qu'on ne cesse de faire référence, aux auteurs antiques. Etant donné la supposée ascendance des vases acoustiques avec les *echea* dont parle Vitruve, un nombre correct de conditions était réuni pour que notre choix se porte sur ce corpus de textes. Par la suite, il nous fallut choisir un ou deux traités parmi ce corpus. Ce fut la tâche la plus difficile, et nous ne nierons pas que notre démarche fut un peu risquée. Celle-ci relève tout simplement du sondage bibliographique, et à dire vrai, nous ne voyons pas trop comment nous aurions pu procéder autrement.

Nous avons, dans un premier temps choisi, les ouvrages de Philibert de l'Orme, les *Nouvelles inventions pour bien batir* publié en 1561, et le *Premier tome de l'architecture*, publié en 1567. Notre choix était motivé par la facilité d'accès de ce livre, par le fait qu'il était en vieux français, et qu'il rentrait dans notre fourchette chronologique. Nous développerons ceux-ci plus tard, mais les éléments importants, concernant notre sujet, que nous découvrîmes, nous confortèrent dans l'idée que cette piste des traités d'architecture était intéressante. Nous avons décidé également de consulter Alberti. M. Bernardi, nous avait dit qu'Alberti parlait d'acoustique, et un article de Marc Crunelle, *Existe-t-il une tradition acoustique dans l'architecture occidentale ?*, publié en 1984 et citant Alberti, nous

a convaincu de le consulter. Par la suite, il apparaissait nécessaire de cibler les ouvrages offrant le plus grand potentiel possible. Il est évident que Vitruve était une référence à consulter de nouveau. En ce qui concerne d'autres traités, en revanche, un choix aléatoire aurait été trop risqué compte tenu de la perte de temps qu'il induit. Nous avons donc fait appel à Mme Dominique Massounie, maître de conférence à l'Université de Nanterre, spécialiste des traités de la période moderne. Elle nous a fourni quelques références intéressantes. L'ouvrage de Pierre Patte en particulier, *Essai sur l'architecture théâtrale, ou de l'ordonnance la plus avantageuse à une salle de spectacle, relativement aux principes de l'optique et de l'acoustique : avec un examen des principaux théâtres de l'Europe et une analyse des écrits les plus importants sur cette matière*, publié à Paris en 1782, aborde les connaissances en acoustique des salles de l'époque et décrit les *echea*. A partir de ce traité, nous avons essayé de procéder à une démarche régressive. En consultant ses notes, nous sommes remontés à Athanasius Kircher, un savant du XVII^e siècle qui a écrit *Musurgia Universalis* publié en 1620 et *Phonurgia Nova* publié en 1673 où il parle beaucoup d'acoustique. Il est contemporain de Marin Mersenne qui publia en 1636 l'*Harmonie universelle* où il aborde les mêmes questions. Ces deux savants marquent le tournant entre les théories empiriques et les démarches expérimentales qui aboutiront aux premières théories acoustiques basées sur des expériences physiques et géométriques. Kircher est en latin, nous n'avons pas pu l'étudier comme nous le souhaitions. Mersenne en revanche était parfaitement accessible. Il était important de le consulter, car s'il marque la transition entre empirisme et démarche expérimentale, il était plus que probable que nous trouverions des renseignements intéressants sur l'évolution de la science acoustique à cette époque, et peut-être, des témoignages sur les usages anciens comme ceux des vases acoustiques. Enfin, Patte renvoie, à propos de l'acoustique des « cabinets secrets », (nous expliquerons en quoi ils consistent plus tard), à un article de l'*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* de Diderot et d'Alembert, publié à partir de 1751. Comme chacun sait, cette œuvre monumentale regroupe tous les savoirs du XVIII^e siècle. Etant donnée le volume incroyable de connaissances qu'il renferme, c'est la dernière piste que nous avons voulu explorer.

2.2.1.2. Les archives

Nous le disions plus haut, l'étude des sources textuelles comprend aussi les archives des édifices contenant des vases. Il s'agit pour la plupart de comptes de construction et de chroniques. Compte tenu du temps à notre disposition, nous sommes cantonnée à ceux qui étaient déjà en notre possession. Romain Rebeix a rassemblé six mentions anciennes, recueillies lors des études précédentes sur le sujet, par Jean-Marc Fontaine, Victor Desarnaulds et René Floriot. Elles font clairement référence à l'utilisation de vases sensés améliorer l'acoustique de l'église où ils ont été placés. Un des objectifs de cette recherche est d'enrichir, autant que possible, ce corpus de témoignages concernant directement les vases. Par ailleurs, il s'avère nécessaire d'analyser le sens de certains termes. En effet, la terminologie médiévale et moderne n'est pas la même que la nôtre. Ainsi, les mots *écho* et *résonance* n'ont-ils peut-être pas exactement le même sens aux différentes époques. La recherche d'archives est essentielle dans la mesure où de précieux indices peuvent être recueillis. Ces documents pourraient nous renseigner sur les raisons qui ont motivé la mise en place des vases et pourquoi on a cherché à corriger l'acoustique à un moment donné. On pourrait ainsi trouver des explications exprimées par les contemporains pour justifier le choix d'un dispositif acoustique, ce qui pourrait permettre de mieux comprendre ce qui était attendu de cette mise en œuvre. Il faudra aussi distinguer les différents cas de figure : ceux où les vases sont installés dès l'origine dans l'édifice de ceux où les vases ont été insérés postérieurement. Dans le premier cas, leur présence indiquerait une prise en compte dans la conception du projet architectural, même s'il conviendra de déterminer leur rôle précis. Dans le second cas, il a pu s'agir de corriger l'acoustique de la salle ou de l'adapter à une évolution liturgique. A défaut de trouver des explications, on pourra aussi trouver des éléments techniques qui pourraient nous renseigner sur de potentielles règles d'implantation, sur les critères retenus pour choisir tel ou tel types de vases (en complément des données céramologiques), voire sur les centres de production ou de commercialisation de ceux-ci. Si les sources le permettent, on pourra peut-être mettre en relation la mise en œuvre du dispositif acoustique avec les pratiques liturgiques, musicales et les aménagements intérieurs de l'époque. Compte tenu du temps à notre disposition

lors de cette seconde année de Master, nous n'avons pu réaliser cette recherche, mais c'est un de nos objectifs pour la thèse.

Comme nous viendrons à l'expliquer en détail plus tard, la seconde partie de cette recherche consiste en une étude de terrain. Afin d'élargir le corpus des édifices connus et de permettre une étude homogène, le principe d'étude régionale a été retenu. Nous nous sommes occupée de la Normandie. Nous souhaiterions nous concentrer sur les archives des édifices normands que nous connaissons comme comportant des dispositifs acoustiques. Cette démarche semble être la plus prudente, car l'ensemble des sources existantes, éditées ou non, représentent un volume bien trop important pour ne pas perdre un temps précieux. Ce choix ciblé sur les archives d'édifices dont nous savons qu'ils contiennent, ou ont contenu des pots, nous paraît donc le plus judicieux. Nous procéderons par étape, nous concentrant dans un premier temps sur la Haute-Normandie et en étudiant un département après l'autre.

Nous avons commencé à aborder cet aspect de la recherche et nous sommes déjà rendus aux Archives départementales d'Evreux, dans l'Eure, pour consulter les archives relatives aux édifices déjà inventoriés. Malheureusement, concernant ce département, il n'y a rien pour l'instant, les églises signalées, trop peu influentes sans doute, n'ont aucune archive les concernant. En revanche, les documents relatifs aux édifices de Seine-Maritime, conservés aux Archives départementales de Rouen sont nombreux et pourront se révéler intéressants, dans la mesure où ils pourront être déchiffrés et traduits. Car nous n'avons pas beaucoup de compétences en ce domaine, la paléographie demande que l'on s'arrête un très long moment sur le texte pour pouvoir le transcrire, et la traduction du latin en français requiert les mêmes obligations.

2.2.2. Les études archéologiques et acoustiques *in situ* et l'inventaire

Nous l'avons dit, le second aspect de cette étude consiste en une étude de terrain. Pour comprendre comment et pourquoi les vases acoustiques étaient utilisés, des études archéologiques et des mesures acoustiques *in situ* ont été réalisées. Nous avons déjà parlé du protocole de mesure mis en place par Romain Rebeix. A sa suite, nous

ferons de même. Nous procéderons à l'étude archéologique et acoustique des vases et de l'édifice, selon des critères que nous développerons en détail plus bas.

Nous allons maintenant présenter les premiers résultats de cette étude.

Que recherchait l'homme médiéval en plaçant des vases acoustiques dans les maçonneries ? C'est en ces termes que s'achevait l'étude de Romain Rebeix en 2006, et voici notre point de départ et la principale problématique de cette première partie de notre mémoire. Il ne nous reste comme témoignage que les vestiges de ce dispositif. Son étude pourra peut-être nous permettre de reconnaître des invariants et d'établir ce qu'auraient pu être des règles d'implantation. Mais, comme nous l'avons dit à plusieurs reprises, il était également nécessaire de rechercher dans les sources de l'époque qui nous intéresse, du XI^e au XVII^e siècle, des témoignages des hommes de l'époque pour mieux comprendre leur motivation lors de la mise en place de ce dispositif. Nous n'avons pas toujours pu trouver des témoignages directs de l'utilisation de vases acoustiques. Ces sources sont très peu nombreuses, et ne sont pas toujours très explicites, même si elles nous renseignent clairement sur l'objectif acoustique. Contrairement aux autres études, nous ne traiterons que très peu des réelles effets acoustiques des vases acoustiques et des *echea*. Ce qui intéresse ici sont les intentions des bâtisseurs. Nous avons donc décidé, dans un premier temps, d'éclaircir certains points. Avant d'émettre la moindre hypothèse quant à la volonté d'améliorer l'acoustique des églises grâce à des vases, il nous faut d'abord déterminer si, oui ou non, une tradition acoustique existait dans l'architecture et si les architectes réfléchissaient à ces questions d'acoustique des salles. A la suite de Romain Rebeix, nous allons revenir sur l'histoire de la science acoustique, afin de dresser un état des lieux plus complet des connaissances que pouvaient avoir les hommes de l'Antiquité à l'Age classique. Puis, grâce à une étude des traités d'architecture et d'acoustique, nous déterminerons le degré de connaissances et de questionnement des architectes de l'époque en acoustique des salles, en abordant également les questions de symbolique pouvant présider à ces préoccupations. Enfin, avant d'exposer les perspectives du master 2, nous tenterons de savoir si oui ou non il y a effectivement une affiliation entre les *echea* et les vases acoustiques, et de déterminer, non pas définitivement, mais plus précisément, ce que l'on cherchait en installant dans les voûtes des églises ces fameux vases acoustiques.

3. Evolution des connaissances acoustiques de l'Antiquité au XVIII^e siècle

L'étude des phénomènes acoustiques, qu'il s'agisse d'acoustique musicale ou de l'étude sur la nature physique du son s'est amorcée très tôt durant l'Antiquité. Ces connaissances ont beaucoup influencé les périodes suivantes, puisque jusqu'au XVII^e siècle avec Marin Mersenne par exemple, on cite encore Pythagore et Aristote. Il est donc intéressant de revenir sur ces connaissances et d'observer leur cheminement et leur évolution au cours des siècles. Nous ne rentrons pas dans les détails des théories et des controverses de l'époque, ce n'est pas ici notre sujet. Si nous avons choisi d'introduire un peu l'acoustique musicale, nous nous intéresserons principalement aux questions de propagation et surtout d'écho. En effet, nous verrons tout au long de cet exposé que c'est sur ces questions que sont basées les premières expériences d'acoustique des salles. Ce survol historique nous permettra par la suite de comprendre comment les architectes abordaient les questions d'acoustique architecturale.

3.1. Recherche en acoustique dans l'Antiquité

Pierre Liénard le souligne, l'histoire de l'acoustique est relativement difficile à établir compte tenu du fait que la science acoustique repose sur une multitude de plates-formes diversement répertoriées (Liénard 2001, p. 22). Pour la cerner, il faut naviguer entre différentes disciplines, qu'il s'agisse de la musique, en premier lieu, des mathématiques ou de l'architecture.

Durant l'Antiquité, les philosophes et les théoriciens se sont penchés sur ces questions d'acoustique, et de nombreux témoignages nous sont parvenus. Nous ne pourrions pas tous les citer, mais nous exposerons les principaux sujets et résultats qu'ils exposèrent à leurs contemporains.

L'acoustique est longtemps restée tributaire de la musique. L'étude de la nature physique du son, bien qu'existante, restait très minoritaire, et c'est dans le domaine de l'acoustique musicale que les premières études furent entreprises. Nous commencerons donc par exposer celles-ci, puis nous nous concentrerons sur les théories concernant la propagation du son et l'écho.

3.1.1. Acoustique musicale (Liénard 2001 ; Bailhache 2001)

Pythagore et ses disciples déterminèrent, au VI^e siècle, les intervalles consonants de quarte, de quinte, d’octave et découvrirent, à travers l’expérimentation sur le monocorde, les rapports numériques existant entre les sons qui les délimitaient ($3/4$ pour la quarte, $2/3$ pour la quinte, $1/2$ pour l’octave). Ainsi, ils élaborèrent mathématiquement une échelle musicale. Patrice Bailhache résume la théorie musicale de l’Antiquité à deux courants principaux : la doctrine qui respecte les théories pythagoriciennes, et celles qui la refusent, comme celle d’Aristoxène de Tarente, musicien de profession au IV^e siècle avant J.-C., pour lequel, les nombres ne justifiaient pas la musique ; la véritable référence était l’oreille, autrement dit, les perceptions auditives. C’est sur elles que devaient être échafaudée, par l’entendement et l’intellect, l’étude des rapports entre les sons. Les *Eléments harmoniques* d’Aristoxène constituent le traité de musique le plus ancien qui nous ait été transmis. A leur suite, deux ouvrages attribués à Euclide (IV^e/III^e siècle avant J.-C.) reprennent ces deux tendances : l’*Introduction harmonique* (courant des musiciens) et la *Section du Canon* (courant des mathématiciens). Vers l’an – 120, Plutarque peut déjà écrire une histoire de la musique (*De Musica*). Ptolémée, au I^{er} siècle de notre ère, surtout connu pour sa théorie du Cosmos, fut aussi géomètre et musicien, et ses *Harmoniques* reprennent une théorie mathématique de la musique.

Nous voyons que la réflexion sur l’acoustique musicale a commencé très tôt. Mais qu’en est-il de la question de la nature du son et de sa propagation ?

3.1.2. Nature physique du son (Liénard 2001)

Platon dans *Timée* (Liénard, 2001, p. 51) (vers 380 avant J.-C.), décrit le son comme suit : « Nous pouvons définir le son comme un coup donné par l’air à travers les oreilles au cerveau et au sang et arrivant jusqu’à l’âme. Le mouvement qui s’ensuit, lequel commence à la tête et se termine dans la région du foie, est l’ouïe. Ce mouvement est-il rapide, le son est aigu, s’il est plus lent, le son est grave ; s’il est

uniforme, le son est égal et doux ; il est rude dans le cas contraire ; il est fort grand, lorsque le mouvement est grand, et faible s'il est petit ».

A sa suite, Aristote (Aristote 1993) et Euclide en donnent la même explication. Le son est dû aux chocs et aux mouvements vibratoires qui en résultent.

Aristote est l'un des premiers à parler d'ondes de propagation. Il les compare aux ondes qui se forment sur l'eau lorsqu'une pierre est lancée ou à une balle, qui poussée contre un corps solide, revient du côté où elle était partie. Nous avons ici en germe, la définition de l'écho. Trois siècles après Aristote, Vitruve reprend cette théorie dans le 5^e livre de son traité *De Architectura* : « *La voix est un courant d'air dont les ondes sonores viennent frapper l'organe de l'ouïe. L'agitation qu'elle produit forme une infinité de cercles. Lancez une pierre dans une eau dormante, vous y verrez se faire une multitude d'ondulations circulaires qui s'élargissent à partir du centre, et qui s'étendent fort loin, à moins qu'elles ne soient arrêtées par l'espace étroit du lieu, ou par quelque autre obstacle qui ne permette point que ces ondulations prennent leur entier développement ; que quelque empêchement vienne donc à se présenter, et l'on verra la confusion jetée dans les premiers cercles se communiquer aux suivants. La voix en s'agitant produit aussi des cercles. Il y a pourtant cette différence, que les cercles qui se font sur l'eau se meuvent à sa surface, tandis que la voix ne s'étend pas seulement en largeur, elle monte, elle s'élève par degrés. Il en est des ondulations de la voix comme de celles de l'eau ; si aucun corps interposé ne vient rompre la première ondulation, la seconde et les suivantes n'éprouvent aucun trouble ; toutes arrivent aussi distinctement aux oreilles de ceux qui sont le plus bas placés, que de ceux qui le sont plus haut.* ». (Vitruve 1847, t. 1, p. 467-469).

Des ses *problèmes*, Aristote présente ses réflexions quant aux question relatives à l'impédance des matériaux. Il avait observé que certains matières ont tendance à absorber le son, tandis que d'autres, au contraire, renvoient les ondes sonores.

Problème 7 : *Pourquoi les maisons dont l'enduit est récent sont-elles plus sonores ? Est-ce parce que le son est mieux réfléchi du fait que la surface est lisse ? Les murs en sont plus unis par l'absence de fissures et par leur continuité. Mais il faut avoir à faire à un enduit qui ne soit pas complètement humide, mais qui soit déjà sec. Car il n'y a pas de réflexion à partir de la boue. C'est d'ailleurs pourquoi ce sont les stucs qui renvoient le mieux l'écho [...].* »

25 : Pourquoi, quand on jonche de paille le sol de l'orchestre, les chœurs se font-ils moins bien entendre ? Est-ce à cause des aspérités qui font que les voix en tombant sur une surface qui n'est pas lisse a moins d'unité, ce qui fait qu'elle est plus faible ? Car elle n'est pas continue : c'est comme la lumière, qui brille davantage sur les corps bien lisses, parce qu'elle n'est pas déviée par des obstacles.

Les théories pré-atomistes de l'Antiquité induisent aussi les questions de propagation du son et d'écho. Leucippe et Démocrite (Ve siècle avant J.-C.) ont suggéré la notion d'atomes (ce qu'on ne peut diviser), notion reprise par Lucrèce (I^{er} siècle avant J.-C.), pour expliquer les phénomènes de la nature.

Dans son ouvrage, *De Rerum Natura* (Liénard 2001, p. 53), Lucrèce dit que les mouvements de ces atomes expliquent « la structure des corps solides, liquides ou gazeux ; ils se rencontrent, se heurtent, rebondissent en sens contraire ». Pour Pierre Liénard (Liénard 2001, p. 53), il s'agit ici d'une « première description parfaitement valable de la mécanique et la théorie de l'acoustique y est incluse en germe, par les rebondissements et chocs des atomes (molécules) et la propagation d'ondes sans perte de matière, car les « corpuscules... maintiennent intacte la somme des choses, grâce à la suite ininterrompue des chocs intervenant de toutes parts... » (Lucrèce, *De Rerum Natura*, in Liénard 2001).

Ces théories sur la formation du son, son mode de propagation et les phénomènes d'échos sont particulièrement importants pour nous, puisque ces enseignements seront repris durant les périodes suivantes, et serviront de base aux premiers pas de l'acoustique architecturale.

Récapitulons, à ce stade, il est admis par les théoriciens que le son se déplace dans l'air sous forme d'ondes de propagation et sans perte de matière. D'après Vitruve, si rien ne vient troubler ces ondes, l'écoute est aisée. Si, au contraire, les ondes viennent à se heurter à un obstacle, les ondes, troublées, empêchent une bonne écoute. Il est intéressant de noter dès à présent, afin que notre lecteur soit attentif sur ce point, que pour les différents auteurs, les renvois des ondes par un quelconque obstacle, sont soit perçus comme quelque chose de mauvais pour le son, soit au contraire, considérés comme quelque chose de bon. Toujours est-il que ces renvois d'ondes sonores sont considérés par Aristote comme étant à l'origine des phénomènes d'écho. Au sujet des

mécanismes de la voix, et de la diffusion du son dans l'espace après émission, la propagation se fait de tous côtés et de bas en haut « *elle [la voix] s'élève par degrés* » (Vitruve 1847, t. 1, p. 467-469).

3.2. La transmission des savoirs antiques

D'après les auteurs que nous avons lus, il n'y a pas de grandes nouveautés dans le domaine de la science acoustique (acoustique musicale et science du phénomène sonore confondues) jusqu'au XVII^e siècle. Selon Patrice Bailhache, il reste encore beaucoup à faire en histoire de l'acoustique musicale. Lui-même avoue schématiser à outrance, mais si nous le citons « *Après une naissance « explosive », sortant du néant au V^e siècle avant J.-C. grâce au génie d'Aristote, cette science a « stagné » durant plus de deux mille ans [...], pour recommencer à progresser à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle* » (Bailhache 2001, pp. 186).

Pierre Liénard (Liénard 2001, p. 52) est un peu moins radical : « *Nous observons un énorme intervalle de temps entre l'élaboration des théories pré-atomistes et mécaniques (IV^e au I^e siècle avant J.-C.) et les premiers travaux plus spécifiquement acoustiques ou utilisables pour cette science (Mersenne, Gassendi, Descartes, Mariotte... début du XVII^e s.). Entre les deux des réalisations musicales et architecturales sont apparues, mais encore inspirées par les pensées antiques (publications en 1486 du traité de Vitruve, traductions et études des philosophes grecs), et non encore appuyés sur l'expérience. Les inventions de Léonard de Vinci sont restées à l'état de croquis, sans réalisations pratiques, et étaient à l'époque de l'ordre de la science-fiction.* » Ce n'est cependant pas une traversée du désert, puisque, comme le dit Liénard, les théories antiques seront transmises durant cette période. Voyons comment se fit cette transmission.

3.2.2. A l'époque médiévale (Liénard 2001)

Les philosophes arabes médiévaux ont largement contribué à transmettre ces connaissances. Ils ont repris et développé les théories musicales venues de Grèce et d'Indes. Al-Kindi (786-873), écrivit après les pythagoriciens, une théorie musicale, et appela *organum*, l'harmonie des sons simultanés, d'où le nom « d'orgue » donné à

l'instrument qui la produit. Al-Farabi (872-950), écrivit un *traité des sons* et chercha une *harmonie* entre les idées de Platon et celles d'Aristote. Ibn Sina, connu sous le nom d'Avicenne (980-1037), qui fut surtout médecin, puis Al-Ghazzali ou Rhazali (1058-1111), établirent des *Traité des sons*, étudiant l'influence de la musique sur la santé, et les causes du tonnerre. Mais la base théorique de cette musique est toujours une branche des mathématiques.

Du côté occidental, Boèce (480-524) auteur de *De Institutione Musica*, considéré comme l'un des premiers théoriciens de la musique et de l'acoustique, a traduit Aristote et des écrits relatifs à la théorie musicale (Ptolémée, Nicomaque). Il a joué un rôle décisif dans la transmission de l'héritage de la philosophie antique à l'Occident médiéval et moderne.

Mais pour ce qui nous intéresse, nous devons citer plus particulièrement Averroès (1126-1198). Il étudia la philosophie naturelle et introduisit à Cordoue, la doctrine d'Aristote. Ces commentaires furent traduits de l'arabe au latin, ce qui fit connaître cette philosophie en Europe, et les *Traité du Son* anciens, étudiés surtout dans les relations de l'art et du psychisme, avec quelques rares notions sur la nature physique du son. Il reprend notamment l'image des ondes et des échos donnée par les ronds dans l'eau renvoyés par la rive, comparaison, qui, comme nous le verrons, sera par la suite reprise par Mersenne.

3.2.3. A la Renaissance (Liénard 2001)

La Renaissance reprend les thèmes chers aux Anciens. Bien que plusieurs savants et théoriciens comme Zarlino (1517-1590), Vincenzo Galilei (1520-1591), le père de Galilée et Kepler (1571-1630) aient fait des découvertes intéressantes, en ce qui concerne notre sujet, nous n'avons pas trouvé beaucoup d'informations. Comme le souligne Pierre Liénard (Liénard 2001, p. 52), Vitruve a été publié en 1486. Il y est fait mention des *echea*, et comme nous l'indiquions plus haut, Vitruve reprend également la définition du son et de l'écho d'Aristote, mais aussi les théories d'harmonie d'Aristoxène, comme nous le verrons plus tard. C'est donc hors du corpus de textes dédiés à cette partie sur l'histoire de l'acoustique que nous avons trouvé quelques réponses. Alberti, dans son traité d'architecture, s'inspire de Vitruve. Il reprend donc quelques théories, et notamment la comparaison des ondes sonores avec

les ondes de propagation dans l'eau : « *Les architectes de l'Antiquité avaient en effet appris des philosophes que l'air, frappé par la voix et ébranlé par le son, se propage en ondes successives, de la même façon que l'eau se propage sous forme de cercles lorsque quelque chose en émerge. Ils avaient compris que, comme il arrive dans un luth ou dans les vallons, en particulier boisés, les sons et les voix deviennent beaucoup plus sonores et clairs lorsque leurs ondes, qui progressent, pour ainsi dire, en s'enflant, rencontrent, à l'exemple d'une balle lancée contre un mur, un obstacle capable d'arrêter et de repousser leur mouvement centrifuge pour les rendre ainsi denses et plus soutenue [...].* » (Alberti 2004, p. 407). Comme nous l'avons dit dans la partie 3.1.2., Vitruve définit comme mauvais pour le son le trouble des ondes sonores provoqués par leurs renvois. Au contraire, Alberti considère ce renvoi comme bénéfique, puisque « *un obstacle capable d'arrêter et de repousser leur mouvement centrifuge* » (*idem*) peut rendre les voix « *denses et plus soutenue* ». Pourquoi le même phénomène est négatif chez l'un, alors qu'il est bénéfique chez l'autre ? La question reste pour l'instant en suspend, mais nous essayerons d'y répondre un peu plus tard.

3.3. Les progrès de la science acoustique aux XVII^e et aux XVIII^e siècles

Beaucoup d'auteurs s'accordent à le dire, c'est avec les premiers expérimentateurs (Mersenne, Gassendi, Sauveur...) de la fin du XVI^e siècle et du début du XVII^e siècles, et l'abandon d'un certain empirisme, que la science acoustique progresse. C'est aussi à cette période que, pour la première fois, l'acoustique se détache de la musique pour devenir une science du phénomène sonore. Les problématiques pythagoriciennes (cordes vibrantes et rapports numériques des sons) sont encore d'actualité, et c'est Mersenne (1588-1648) qui parvient à déterminer expérimentalement les rapports mathématiques unissant la fréquence, la longueur, la tension et la masse des cordes vibrantes. Les premières expériences sur la propagation du son furent réalisées par le Père Athanasius Kircher (1601-1680). Nous l'avons expliqué plus haut, nous étudierons essentiellement les théories de Mersenne et de Kircher, quoique Kircher étant en latin, il nous était très difficile d'accès. En revanche, nous avons quelques commentaires sur son œuvre. Nous ne manquerons pas de le citer, cependant nous nous concentrerons sur Marin Mersenne, avant d'étudier les articles de l'*Encyclopédie*.

3.3.1. Marin Mersenne

Nous allons nous arrêter un instant sur l'œuvre de Mersenne, *L'Harmonie Universelle* publié à Paris en 1636. Patrice Bailhache, décrit Mersenne comme un auteur touffu, « sans-génie » (Bailhache 2001, p. 59) mais en relation avec tous les savants (généiaux ou non) de son époque, faisant de lui, une sorte de revue scientifique incarnée, ses conceptions constituant les références de Monsieur Tout-le-monde. Nous ne nous permettrons pas d'aller jusque là. Et s'il est vrai que Mersenne concentre une grande diversité de savoirs de son époque, nous ne pouvons manquer de l'étudier. De plus, pour notre sujet, Mersenne a l'avantage d'être à la fois savant en acoustique mais aussi un religieux. Ainsi, il peut nous aider à faire le lien entre l'acoustique, ses théories, et ce qu'on attend d'elle, et la pratique de la religion à son époque. Il s'est donc avéré très intéressant pour notre propos, et nous ne manquerons pas de le citer tout au long de cet exposé. Il publie donc *L'Harmonie universelle* en 1636, et aborde toutes sortes de questions relatives à la musique. Par de nombreuses digressions, il répond à certaines de nos questions. Il revient donc, sur les questions de rapports mathématiques entre les sons, parle des instruments de son époque. Mais surtout, il consacre un volume entier à la nature et à la propagation du son, un autre à la voix, et enfin, un dernier à « l'utilité de l'Harmonie », dans lequel il expose les principes des *echea* de Vitruve.

Dans le cadre de cette partie, voyons pour l'instant ce qu'il dit de la propagation du son et de l'écho.

Dans son premier livre du traité *De la nature et des propriétés du son*, sa conception de la propagation du son ne diverge pas, ou très peu, des opinions précédentes. Il compare toujours les mouvements de l'air avec ceux de l'eau : « *On peut conclure que les cercles qui se voyent sur la surface de l'eau, se font semblablement dans toute la solidité de l'eau, et consequemment que l'eau et l'air font des cercles dans chaque lieu de leur profondeur, lors qu'on les bat, ou que l'on presse assez fort pour faire quelques bruits.* » (Mersenne 1636, livre I, p. 9).

De même, en ce qui concerne l'écho, la définition reste inchangée puisque Mersenne cite Aristote et Averroès, « [...] *mais ie me contente pour maintenant de me tenir à le pensée d'Averroès, qui nous représente la nature de l'écho comme les cercles qui sont produits*

en l'eau par le moyen d'une petite pierre, car une eau touche l'autre et luy imprime la figure circulaire, iusqu'à ce qu'ayant rencontré le bord, les cercles retournent vers l'endroit d'où ils sont partis. [...] Mais pour faire l'Echo, il faut une certaine force de voix, laquelle, après avoir cherché de part et d'autre, revient d'où elle est partie, sinon par la même ligne vocale, au moins dans le quart du cercle où est celui qui parle. C'est ce qu'Aristote a voulu enseigner dans son second livre de l'Ame, où il représente le corps réfléchissant comme une balle, laquelle estant poussée contre un corps solide revient du costé d'où elle est partie, avec autant de violence qu'il plaist à celui qui la iette » (Mersenne 1636, livre I, p. 52).

Partant de ces constatations, Mersenne exprime clairement son souhait de développer la science de l'écho et de comprendre ses phénomènes, il admet, cependant, éprouver quelques difficultés. Mersenne, s'inscrivant dans une démarche expérimentale à conscience que, seul, il ne pourra résoudre ces problèmes et il expose clairement son but : faire part de ses connaissances aux futurs savants. *« Ceux qui entreprendront de donner la science de l'écho, doivent déterminer la manière dont toutes sortes de surfaces réfléchissantes réfléchissent le son... Mais la vie d'un homme très sçavant n'est pas trop longue pour accomplir cette science, c'est pourquoy il suffit d'en avoir icy touché quelque chose ; à quoy i'adjouste ce qui suit des surfaces concaves et réfléchissantes, afin que ceux qui auront la commodité de faire les expériences nécessaires pour résoudre cette difficulté, augmentent la physique par une nouvelle cognoissance. »* (Mersenne 1636, livre I, p. 59).

Ses apports sont les suivants : il nous donne ici une explication physique et géométrique de l'écho par la réflexion du son suivant des angles d'incidence : *« J'ay desia monstré dans la dixième proposition que le son se reflechit, c'est pourquoi il faut seulement icy expliquer comme il se reflechit, et consequemment comme se fait l'écho [...] Je dis donc premièrement que le son se reflechit selon les angles d'incidence qu'il fait sur les corps qui se reflechissent ; par exemple, si le son se fait au point A, et qu'il tombe sur la muraille, ou sur le plan DE au point C, il se réfléchira au point B, parce que l'angle de reflexion ECB doit estre esgal à l'angle d'incidence DCA, et conséquemment l'Echo se fera au point B, et dans toute la ligne BC. (ill. 4).*

Secondement ie dis qu'il n'est pas necessaire que la surface soit concave ou creuse, ny que le corps qui reflechit soit vuide, ou creux pour faire l'écho, puis que toutes sortes de surfaces peuvent réfléchir le son ; ce qui se peut confirmer par les échos qui se font dans

les forests et dans les bois par la seule reflexion que font les feuilles, les branches, et le tronc des arbres, et par ceux que font les rochers, les simples murailles, les colonnes et les pilliers de pierre, de bois, ou d'autres matières.

Mais il est très difficile de comprendre et d'expliquer comme se fait la réflexion du son par les superficies concaves [...] » (Mersenne 1636, livre I, pp. 48-49)

Après avoir comparé la réflexion de la lumière sur une surface concave et établi la différence entre les rayons lumineux qui se focalisent en un point et les ondes sonores, il conclut que la réflexion du son sur une surface concave est la même que sur une surface plane ; l'air qui va frapper le plan revient par le même chemin quand il tombe perpendiculairement, et revient obliquement lorsqu'il frappe le plan de côté. Mersenne ajoute qu'on a pas encore pu déterminer comment un son réfléchi garde les mêmes caractéristiques que le son émit, en d'autres termes, comment un son émis, arrive identique à l'oreille alors qu'il a été réfléchi, parfois plusieurs fois.

Mersenne précise pour son époque : *Or il y a trop peu de choses cogneuës de l'écho pour en faire une science aussi certaine que l'optique »*, et d'un point de vue pratique : *« on ne peut ce semble faire des échos portatifs, qui réfléchissent le son aussi régulièrement, comme les miroirs réfléchissent la lumière, ou du moins l'art n'est pas encore inventé, c'est pourquoi il suffit de rapporter quelques observations particulières sur ce sujet. »* (Mersenne 1636, livre I, p. 50).

A défaut de pouvoir faire des expériences pour prouver une théorie quelconque, Mersenne donne des exemples, et il est intéressant de voir à quel point qu'il se préoccupe de la validité scientifique d'une hypothèse. Nous ne sommes ici qu'au début de la science acoustique, et alors que la définition de la nature du son et de l'écho ne change pas, déjà, commencent à s'élaborer des théories quant au mode de réflexion de l'écho basées sur des principes physiques et géométriques. Et c'est sur ces principes que l'acoustique architecturale prendra son essor.

Voyons maintenant comment a évolué cette science au XVIII^e siècle et ce qu'en disent les auteurs de l'*Encyclopédie*.

3.3.2. L'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert

Publiée à partir de 1751, l'*Encyclopédie* ou *Dictionnaire des sciences, des arts et des métiers*, est une compilation des savoirs de l'époque. Nous avons consulté l'article relatif à l'écho écrit par d'Alembert. Il semble citer plusieurs sources puisque, au long de l'article il se contredit quelque peu. Son discours est un peu touffu. Toutefois il fait part des questionnements et conclusions sur la nature, le mode de réflexion des sons et les phénomènes d'écho. Voici la définition qu'il donne de l'écho : « *Son réfléchi ou renvoyé par un corps solide et qui par là se répète et se renouvelle à l'oreille. Le son est répété par la réflexion des particules de l'air mises en vibration.* » (Diderot 1751-1772, article *écho*).

Il rejoint Mersenne, sur les angles d'incidence : *Cela posé, pour qu'on puisse entendre un écho, il faut que l'oreille soit dans la ligne de réflexion; et pour que la personne qui a fait le bruit puisse entendre lui-même son propre son, il faut encore que cette même ligne soit perpendiculaire à la surface qui réfléchit.* ».

Il évoque aussi le fondement même de l'*acoustique géométrique*, ainsi que la distinction entre la réflexion spéculaire du son et la diffusion (dans toutes les directions) par une surface (Liénard 2001, p. 58) : « *Ce n'est pas assez de la simple réflexion de l'air sonore pour produire l'écho, car cela supposé, il s'ensuivroit que toute surface d'un corps solide et dur, seroit propre à redoubler la voix ou le son, parce qu'elle seroit propre à les réfléchir, ce que l'expérience dément. Il paroît donc qu'il faut, pour produire l'écho, une espèce de voûte qui puisse le rassembler, le grossir et ensuite le réfléchir, à peu près comme il arrive aux rayons de lumière rassemblés dans un miroir concave.* » (Diderot 1751-1772, article *écho*).

Enfin, il signale que pour distinguer le son direct et le son réfléchi, il faut être placé à une distance suffisante de l'obstacle, nous avons ici l'expression de la notion de réverbération (Liénard 2001, p. 59) : « *Si la distance est de 90 toises, il y a un écart de 1 seconde, car le son fait à peu près 180 toises par seconde. On ne peut distinguer un écho qui parviendrait à moins de 1/10 de seconde après le son direct, et s'il y a une muraille proche, on observe un renforcement des sons, sans les distinguer* » (Diderot 1751-1772, article *écho*).

Pour finir, d'Alembert rejoint Mersenne et souligne que la science de l'écho est encore très mal connue : « *Telle est la théorie générale donnée par les auteurs de Physique sur les échos; mais il faut avouer que toute cette théorie est encore vague, & qu'il restera toujours à expliquer pourquoi des lieux qui, suivant ces regles, paroîtroient devoir faire écho, n'en font point; pourquoi d'autres en font, qui paroîtroient n'en devoir point faire, etc.* » (Diderot 1751-1772, article *écho*).

Nous avons démontré dans cette partie que les théoriciens, philosophes, mathématiciens et musiciens, avaient réfléchi depuis l'Antiquité aux questions concernant la nature du son, son mode de propagation et la manière dont il se réfléchit. Nous pouvons aussi constater que très tôt, se pose la question du mécanisme de la voix. Les premières théories en acoustiques basées sur des expériences physiques et géométriques commencent à être élaborées au XVII^e siècle, et continuent à être développées au XVIII^e siècle. On commence alors à parler d'angles d'incidence au sujet du mode de réflexion de l'écho et l'acoustique géométrique voit le jour. Comme nous l'avons vu dans l'*Encyclopédie*, on voit apparaître la notion de réverbération, qui, notons le au passage, semble largement confondue avec la notion d'écho et de résonance. On parle aussi, en d'autres termes évidemment, des notions de réflexion spéculaire et de dissipation.

Maintenant que nous avons démontré qu'il existait depuis l'Antiquité des notions sur la nature du son et sa propagation, nous allons nous intéresser aux conceptions d'acoustique architecturale à proprement parler.

4. Acoustique et architecture

Les architectes avaient-ils des préoccupations acoustiques ? Si oui, comment abordaient-ils ces questions et quelles étaient leurs pratiques ? C'est ce que nous avons essayé de comprendre dans cette partie à travers l'étude des traités d'architecture de Vitruve, Alberti, de l'Orme et Pierre Patte, de l'ouvrage de Marin Mersenne, l'*Harmonie universelle*, et de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert.

Cette étude se déroule en deux temps. Nous avons distingué les textes écrits avant l'élaboration des premières théories acoustiques du XVII^e siècle, basées sur des phénomènes

physiques et géométriques, des textes qui s'appuient sur celles-ci. Une partie sera donc consacrée aux écrits de Vitruve, Alberti et de l'Orme, et l'autre traitera du traité de Pierre Patte et des conceptions d'acoustique des salles de Mersenne et de d'Alembert. Dans le cadre de cette sous-partie, nous verrons en quoi, la symbolique et la caractérisation de l'écho, sont importants pour notre sujet. Mais avant, il nous a semblé intéressant de rappeler le lien symbolique qui unissait la musique à l'architecture.

4.1. L'acoustique dans les traités d'architecture de l'Antiquité à la Renaissance

Avant de nous concentrer sur les relations entre acoustique et architecture, nous allons voir en quoi consiste le lien qui a uni pendant plusieurs siècles, la musique à l'architecture.

4.1.1. Architecture et musique : deux sciences sœurs selon saint Augustin (Forsyth 1985 ; Germann 1991)

Georg Germann, dont l'ouvrage traite de la tradition vitruvienne dans les traités d'architecture, déclare que, face aux théories architecturales du Moyen Age, la difficulté réside dans l'absence de textes cherchant à saisir l'architecture dans sa globalité. Cependant, une chose est récurrente dans les textes de cette époque, c'est le lien symbolique qui unit l'architecture à la musique. Saint Augustin disait que « la musique et l'architecture sont sœurs, car elles sont toutes deux filles du nombre, elles ont la même valeur parce que l'architecture reflète l'harmonie éternelle et la musique en donne l'écho ». Dieu, en créant le monde dans toute sa diversité, aurait unifié et harmonisé toute la création selon des rapports universels (Forsyth 1985, p. 323). Ainsi, saint Augustin voulait montrer que la beauté divine se reflétait dans les rapports harmoniques de la musique et de l'architecture. Michael Forsyth auteur d'un ouvrage très intéressant sur l'acoustique des salles, *Architecture et musique, l'architecte, le musicien et l'auditeur du 17^e siècle à nos jours*, publié en 1985, revient sur cette question et cite l'auteur d'une étude qui, aujourd'hui encore, est considérée comme le principal travail sur le sujet : Otto von Simson, *The Gothic Cathedral*, 1962. Selon Simson, au Moyen Age, s'est développée une étroite relation, dépassant la simple acoustique, entre la musique et la cathédrale gothique, parce qu'elles sont toutes deux

l'expression du concept médiéval de l'ordre du cosmique. Comme saint Augustin, les philosophes avaient émis une théorie selon laquelle l'univers tout entier est ordonné selon les proportions pythagoriciennes des nombres entiers, ou encore selon des consonances musicales. Les rapports les plus importants étaient, disait-on, 1:1 ou l'unisson, ce qui représente la perfection, et Dieu lui-même ; vient ensuite le rapport 1:2 ce qui figure la relation de Dieu à l'Homme. Le rapport 2:3 est la quinte musicale, et 3:4, la quarte. Toujours selon O. von Simson cité par M. Forsyth : *« ce fut pour épouser cette théorie que l'exécution musicale prit une signification particulière dans l'église médiévale. En 1129, l'abbé Suger entama à Saint-Denis, près de Paris, la reconstruction de l'église de son abbaye. Il conféra à sa nouvelle construction des proportions conformes à ces consonances, afin que cette église soit comme un microcosme au sein de l'univers. Ceci était d'autant plus vrai que la réverbération acoustique intrinsèque de l'édifice offrait un soutien harmonique à la mélodie du plain-chant. Comme le dit Otto von Simson, l'architecture était le miroir de l'harmonie éternelle, et la musique son écho. »* (Forsyth 1985, p. 32). A vrai dire, nous ne savons pas dans quelle mesure cette affirmation est juste. Si pour Georg Germann, la théorie de l'architecture du Moyen Age repose sur l'harmonie des nombres, la question reste cependant ouverte, dans quelle mesure le projet architectural pouvait-il être structuré par une spéculation théologique ? Aujourd'hui encore, le choix de règles des proportions applicables à l'analyse de plans et de volumes de constructions reste purement spéculatif. Mais même si cela ne relève que de la théorie, oui, la musique et l'architecture étaient liées. Oui, elles avaient une très forte symbolique religieuse.

Si nous avons tenu à souligner ceci dans ce mémoire, c'est qu'il ne faut pas perdre de vue que la symbolique a peut-être un rôle important à jouer dans l'explication de l'utilisation des vases acoustiques. D'autant plus qu'au Moyen Age et à la Renaissance, toutes réalisations, et notamment architecturales, étaient empreintes de symbolique, même s'il ne s'agissait que de théories. Nous aurons l'occasion d'en reparler plus tard avec Mersenne, mais si l'utilisation des pots repose sur des préoccupations purement pratiques (il ne s'agit ici que d'une hypothèse, rien n'est démontré...), pour améliorer l'acoustique, on voulait peut-être améliorer l'acoustique justement pour des raisons symboliques.

Maintenant, vérifions s'il y avait bien une tradition acoustique dans l'architecture.

4.1.2. La musique : une qualité de l'architecte

Suivant la tradition de la théorie de l'architecture héritée de Vitruve, les auteurs ont l'habitude de consacrer une partie de leur œuvre aux qualités que doivent avoir les architectes. Et incontestablement, la musique est l'une d'elle. Voici ce que Vitruve, Alberti et de l'Orme en disent :

- Dans le premier livre de son *De Architectura*, I^{er} siècle avant J.-C. Vitruve expose les différentes qualités que doit posséder un architecte : « *Pour la musique, elle est indispensable, afin que l'on saisisse bien la proportion canonique et mathématique, et que l'on tende convenablement les balistes, les catapultes, les scorpions. Ces machines ont, en effet, des chapiteaux qui présentent à droite et à gauche les deux trous des hemitonium (demi-tension) à travers lesquels on tend, à l'aide de vindas ou vireveaux et de leviers, des cables faits de cordes à boyaux, qui ne sont fixés, arrêtés que lorsque celui qui gouverne la machine a reconnu que les sons qu'ils rendaient étaient parfaitement identiques. Les bras, en effet, que l'on courbe à l'aide de ces tensions, après avoir été bandés, doivent frapper l'un et l'autre de la même manière et avec la même force ; s'il n'ont point été également tendus, il deviendra impossible de lancer directement le projectile. La musique est encore nécessaire pour les théâtres où des vases d'airain, que les Grecs appellent (Tons), sont placés dans des cellules pratiquées sous les degrés. Les différents sons qu'ils rendent, réglés d'après les proportions mathématiques, selon les lois de la symphonie ou accord musical [théorie d'Aristoxène], répondent, dans leur division exacte, à la quarte, à la quinte et à l'octave, afin que la voix de l'acteur, concordant avec la disposition des vases, et graduellement augmentée en venant les frapper, arrive plus claire et plus douce à l'oreille du spectateur. Quant aux machines hydrauliques (orgues hydrauliques) et autres semblables, il serait impossible de les construire sans la connaissance de la musique.* » (Vitruve 1847, t. 1, p. 35).
- Alberti, livre IX, chapitre 10 de *L'art d'édifier*, publié en 1485: « *Je ne demande même pas qu'il ait une connaissance approfondie de l'astronomie, sous prétexte*

qu'elle lui permet de placer les bibliothèques au nord et les bains au couchant. Je dirai même qu'il ne lui ait pas nécessaire d'être musicien, au seul motif que des vases acoustiques sont disposés dans les théâtres [...] (Alberti 2004, p. 461).

- Philibert de l'Orme écrivait dans *Premier tome de l'architecture*, publié en 1567 : « *Il sera aussi fort bon, qu'il (l'architecte) ne soit du tout ignorant de la theorique de musique, pour savoir représenter l'écho, et faire resonner et ouyr la parole et voix, aussi bien de loing que de pres. Qui est chose requise aux temples et eglises pour les predications qui s'y font, et psalmes ou autres choses qui s'y chantent et proferent. Semblablement aux auditoires ou l'on plaide, aux theatres ou se recitent et jouent comedies, tragedies, histoires et semblables actes, à fin que ceux qui sont loing puissent aussi bien ouyr que ceux qui sont pres* ».

Nous noterons que chez Vitruve, il ne s'agit pas à proprement parler d'acoustique architecturale, mais plutôt de connaissances en acoustique musicale relatives à l'harmonie. Les connaissances, dans ce cas, doivent être relativement poussées. A propos des balistes, si comme nous le pensons, il ne s'agit que de les accorder, l'oreille suffit. Ce que Vitruve nomme les *machines hydrauliques* sont les orgues hydrauliques. Il est intéressant de noter que l'architecte, dans ce cas, devient luthier. Pour les vases d'airain et les orgues hydrauliques, donc, les connaissances musicales doivent être poussées. Vitruve, pour expliquer les vases d'airain, expose les théories harmoniques d'Aristoxène. Celles-ci, de son propre aveu, sont difficiles. En théorie, ce savoir est détenu par l'architecte, en réalité, ce n'était peut-être pas l'architecte qui le mettait en oeuvre, mais un praticien spécialisé. Mais nous n'avons aucun indice pour l'instant qui nous permette de répondre à cette question.

Alberti nie le fait qu'un architecte doive connaître la musique et ne pense pas que la musique soit une qualité requise par l'architecte « *au seul motif que des vases acoustiques sont disposés dans des théâtres* ». A vrai dire, il est possible, que, comme chez Vitruve, ce soit l'acoustique musicale qui soit évoquée, et non l'acoustique des salles et ses principes, même empiriques. On comprend alors Alberti : pourquoi devoir maîtriser les théories musicales difficiles d'Aristoxène, si l'utilisation d'*echea* dans les théâtres a été abandonnée depuis des siècles, et surtout, s'il s'agit d'une discipline pratiquée de toute façon par un spécialiste. Par ailleurs, comme nous le verrons plus loin, Alberti parle beaucoup d'acoustique architecturale, au sens où nous l'entendons,

et peut-être même trop pour que de telles préoccupations ne fassent pas directement partie des tâches qui incombent à l'architecte.

Chez de l'Orme en revanche, il s'agit nettement des préoccupations qu'un architecte doit avoir.

Nous l'avons dit, il paraît important de prêter attention aux mots utilisés. Ici, le sens ne peut être parfaitement déterminé, compte tenu du peu de sources à notre disposition. Toutefois, Philibert de l'Orme nous aide beaucoup, puisqu'il nous dit que son objectif en tant qu'architecte est de « *savoir représenter l'écho, et faire résonner et ouyr la parole et voix, aussi bien de loing que de pres [...] à fin que ceux qui sont loing puissent aussi bien ouyr que ceux qui sont pres.* » Ici, l'objectif est clairement d'améliorer la transmission de la parole et du chant (*psalms qui s'y chantent...*). En revanche s'il parle de *musique*, au sens d'acoustique, il n'évoque à aucun moment la musique instrumentale (orgue par exemple). Le but est donc d'améliorer la transmission de la voix, pour cela, il est nécessaire, selon de l'Orme, de *représenter l'écho* et de faire *résonner*. Ici *écho* ne désigne pas le phénomène que l'on observe en montagne, par exemple. Il s'agit plutôt à notre avis, de faciliter la propagation du son, donc de travailler la réverbération de la salle, afin que le son réfléchi puisse être audible de tous. Par « *savoir représenter l'écho* », nous pensons que de l'Orme évoque la construction d'édifice où le son se propage d'une manière convenable. Il est vrai que c'est une formule quelque peu difficile à expliquer. Peut-être, pourrions nous remplacer cette expression par « savoir créer l'écho », écho étant entendu ici dans le sens de propagation du son. Nous devons revenir sur la définition, ou plutôt les définitions du mot écho, qui revient plusieurs fois. En effet, au cours de nos lectures, il semble avoir revêtu plusieurs sens, c'est ce nous verrons en 4.2.

Au vu de ces textes, on peut donc considérer comme un fait acquis que l'acoustique architecturale fait partie des préoccupations majeures et des savoirs nécessaires aux architectes, et ce dès l'Antiquité. Mais bien évidemment, il ne s'agit ici que de théorie, et non de pratiques avérées. Nous ne reparlerons pas de de l'Orme, car il n'y a rien de plus au sujet de l'acoustique.

4.1.3. Réflexions en acoustique des salles et reprises des théories sur la propagation du son et sur les mécanismes de la voix

L'architecte qui doit construire un bâtiment se doit de veiller à son bon fonctionnement général, l'acoustique de celui-ci en faisant partie. Mais en quoi consiste les pratiques des architectes ? Et d'abord, sur quels problèmes acoustiques s'arrêtent-ils ?

Plusieurs phénomènes ont été remarqués par les architectes. Nous allons les citer un par un.

- Vitruve

Livre V, chapitre VIII, Des théâtres des Grecs :

[...] Nous devons maintenant porter toute notre attention sur le choix d'un lieu à faire où la voix puisse régulièrement se développer, sans que rien la repousse, la heurte et l'empêche d'apporter à l'oreille les paroles bien accentuées. Et il est quelques lieux qui s'opposent naturellement aux sons de la voix : tels sont les dissonants [...] ; les circonsonnant [...] ; les résonnants [...] ; les consonants [...]. Les lieux dissonants sont ceux dans lesquels la première partie de la voix, venant à rencontrer, en s'élevant, des corps solides qui la repoussent, étouffe en retombant l'autre qui la suit. Les circonsonnants sont ceux dans lesquels la voix, gênée dans son développement, se brise en chemin, sans arriver à son extension, et s'éteint en ne faisant entendre que des paroles inarticulées. Les résonnants sont ceux dans lesquels la voix, répercutée par un corps solide, rebondit en quelque sorte, et, reproduisant son image, répète les derniers sons à l'oreille. Mais les consonants sont ceux qui, venant tout d'abord en aide à la voix, l'augmentent à mesure qu'elle monte, et la conduise jusqu'à l'oreille, claire et distincte. Si donc dans le choix des lieux on apporte une scrupuleuse attention, la voix, ménagée avec prudence, produira dans les théâtres les meilleurs effet » (Vitruve 1847, t. 1, p. 493).

Déjà dans l'Antiquité, on avait fait en quelque sorte, une typologie des lieux aux propriétés acoustiques différentes et plus ou moins mauvaises pour la propagation du son. Si cet extrait est très intéressant du point de vue des constatations acoustiques qu'on pouvait faire d'un lieu à l'époque, Vitruve ne décrit malheureusement pas leurs caractéristiques architecturales. Nous n'avons pas les connaissances requises pour reconnaître dans ces définitions les notions de dissipation, absorption, ou autre. En revanche, *les lieux résonnants* définissent clairement les lieux où il y a de l'écho.

Chapitre II du livre V, à propos de l'hôtel de ville : « *De plus, l'intérieur des murailles doit être, vers la moitié de leur hauteur, entouré d'une corniche en menuiserie ou en stuc. Autrement, la voix des interlocuteurs, se perdant dans l'espace, ne pourrait être saisie par les auditeurs ; au lieu que la corniche qui entoure les murs, arrêtant la voix dans la partie inférieure, ne lui permet pas de se dissiper en s'élevant dans les airs, avant d'avoir pénétré dans les oreilles.* » (Vitruve 1847, t. 1, p. 465).

Nous parlerons des théâtres plus en détail plus bas, mais cette citation peut d'ores et déjà illustrer notre présent propos : au sujet des paliers qui règnent autour de l'amphithéâtre, livre V, chapitre III : « *s'ils étaient trop élevés, la partie qui dépasserait la hauteur voulue, repousserait la voix, l'empêcherait d'arriver jusqu'aux sièges qui se trouvent au-dessus des paliers, les mots ne seraient plus qu'un son vague que ne pourrait saisir l'oreille de ceux qui occuperaient ces sièges. [...] La voix est un courant d'air dont les ondes sonores viennent frapper l'organe de l'ouïe. L'agitation qu'elle produit forme une infinité de cercles. Lancez une pierre dans une eau dormante, vous y verrez se faire une multitude d'ondulations circulaires qui s'élargissent à partir du centre, et qui s'étendent fort loin, à moins qu'elles ne soient arrêtées par l'espace étroit du lieu, ou par quelque autre obstacle qui ne permette point que ces ondulations prennent leur entier développement ; que quelque empêchement vienne donc à se présenter, et l'on verra la confusion jetée dans les premiers cercles se communiquer aux suivants. La voix en s'agitant produit aussi des cercles. Il y a pourtant cette différence, que les cercles qui se font sur l'eau se meuvent à sa surface, tandis que la voix ne s'étend pas seulement en largeur, elle monte, elle s'élève par degrés. Il en est des ondulations de la voix comme de celles de l'eau ; si aucun corps interposé ne vient rompre la première ondulation, la seconde et les suivantes n'éprouvent aucun trouble ; toutes arrivent aussi distinctement aux oreilles de ceux qui sont le plus bas placés, que de ceux qui le sont plus haut. Voilà pourquoi les anciens architectes, cherchant avec persévérance les lois de la nature, ont su, après avoir étudié le mécanisme de la voix, déterminer l'élévation des degrés des théâtres ; voilà pourquoi, à l'aide de la proportion canonique des mathématiques et de la proportion musicale, ils ont taché de faire que tout ce qui serait prononcé sur la scène, arrivât avec douceur et clarté à l'oreille des spectateurs [...]* » (Vitruve 1847, t. 1, p. 467-469).

Nous avons choisi ces deux extraits car ils nous renseignent sur deux points. D'une part, les Anciens étaient à même de constater que, parfois, l'acoustique d'un lieu était mauvaise, et en connaissaient les causes, ou du moins croyaient les connaître. D'autre part, ils s'efforçaient de remédier à ces problèmes, soit au moyen d'artifices architecturaux (corniche en stuc), soit en appliquant les théories acoustiques de l'époque à leur propre discipline.

Enfin, l'impédance des matériaux est aussi un domaine connu, puisque Vitruve dit dans le 5^e chapitre du livre V : « *Mais lorsqu'on bâtit un théâtre avec des moellons, des pierres de taille, du marbre, toutes matières solides qui ne peuvent résonner, c'est alors qu'il faut en faire l'application [des echea].* » (Vitruve 1847, t. 1, p. 483).

- Alberti, s'il nie la nécessité pour un architecte d'avoir des connaissances en musique, parle, néanmoins, beaucoup d'acoustique architecturale.

Livre V, chapitre 3, à propos des demeures des tyrans : « *Je ne voudrais pas omettre le point suivant : les tuyaux acoustiques secrets et dissimulés dans l'épaisseur des murs s'avèrent très utiles aux tyrans pour surprendre à la dérobée les conversations de leurs hôtes ou de leurs familles.* » (Alberti 2004, p. 228). Sur ce sujet, Marc Crunelle, auteur d'un article qui rentre parfaitement dans notre problématique : *Existe-t-il une tradition acoustique dans l'architecture occidentale ?* cite un autre architecte, Francesco di Giorgio Martini qui, dans son traité publié en 1490, en explique le but et la façon de les réaliser : « *Qu'il puisse se faire un instrument par lequel le seigneur entend facilement tout ce qui se dit dans sa maison, « lui absent » dit-on, et de cette forme : on fait une concavité laquelle est comme une fenêtre murée de la grosseur du mur (une niche) et creusée tel un petit tube, et dans la partie supérieure on fait une concavité de la forme dessinée qui parvienne à un lieu d'où le seigneur en appuyant l'oreille entendra tout malgré que l'on parle doucement, parce que les résidus du son et de la voix dans ce lieu anguleux se fortifient, et d'une certaine façon, les bribes dispersées s'unissent et se fortifient comme l'expérience nous le montre.* »¹¹.

Comme chez Vitruve, on constate que l'on pratique l'acoustique des salles, mais que surtout, ces pratiques s'appuient sur des théories établies à l'époque.

¹¹ Giorgio Martini (di) F., *Trattati di Architettura Ingeneria e arte militare*, Milano, 1966, pp. 352-353.

Qu'elles soient empiriques ou qu'elles découlent d'un raisonnement scientifique, tel que nous l'entendons aujourd'hui, ne nous préoccupe pas ici. L'important est qu'elles révèlent une intention de la part des bâtisseurs de travailler sur l'acoustique des édifices.

Les trois extraits suivants, toujours d'Alberti, évoquent les problèmes acoustiques que provoqueraient les voûtes :

Livre V, chapitre 9 :

au sujet de la partie profane des villes et plus particulièrement les sénats et tribunaux :
« *Je me garde d'omettre le point suivant : partout où il s'agit de faire entendre la voix d'acteurs, de chanteurs ou d'orateurs, les voûtes qui étouffent la voix seront totalement inadaptées, au contraire de plafonds à solives, qui eux, résonnent bien.* »
(Alberti 2004, p. 241).

Livre VII, chapitre 3 :

à propos des différents types de temples et des basiliques. « *Nos ancêtres, quant à eux, ont partout adopté les basiliques pour le sacrifice. Il en fut ainsi non seulement parce qu'à l'origine ils avaient l'habitude d'être convoqués et de se rassembler dans des basiliques destinées aux affaires privées, mais aussi parce qu'on pouvait très dignement y disposer, à la place de tribune, un autel entouré d'un chœur de plus bel effet ; le reste de la basilique, c'est à dire la nef et le portique, était ouvert à la foule qui assistait au sacrifice ou qui déambulait. Sans compter que la voix du prédicateur s'entendait plus efficacement sous les plafonds en bois de la basilique que sous les voûtes du temple* » (Alberti 2004, p. 326).

Livre VIII, chapitre 9 :

[...] *Selon Varron, il existait deux catégories de curies : l'une où les prêtres prenaient soin des affaires divines, l'autre où le sénat gouvernait les affaires humaines. [...] La curie sacerdotale sera donc voûtée, tandis que la curie sénatoriale sera couverte d'une charpente. Puisque, dans un cas comme dans l'autre les membres de l'assemblée seront consultés et devront prendre la parole, il sera nécessaire de tenir compte du mode de propagation des sons. A cette fin, il faut veiller à ce que la voix ne se propage pas trop haut, surtout dans les curies voûtées, et ne résonne pas trop*

durement à l'oreille. On fixera donc aux murs des corniches, moins pour la beauté de l'ouvrage que pour des raisons d'utilité. » (Alberti 2004, pp. 414-415).

Alberti semble se contredire, dans premier temps, les voûtes étouffent la voix dans les tribunaux, en revanche, si elle se propage trop haut dans les curies voûtées, elle résonne durement à l'oreille. Nous devons avouer que ce n'est pas très clair pour nous. Ce qui est sur c'est que, pour Alberti, les voûtes sont inappropriées à la transmission de la voix, tandis que les plafonds à solives (bois), y sont favorables puisqu'ils *résonnent bien*. Qu'entend-il par résonner ? Ici, « *résonnent bien* » est un terme positif, donc c'est que l'acoustique y est bonne et que la voix est claire et distincte, la propagation du son se faisant sans entrave.

Livre VIII, chapitre 7 :

Enfin, au sujet des corniches, il semblerait qu'il reprenne Vitruve, comme il le fait au sujet des théâtres : « *Les architectes de l'Antiquité avaient en effet appris des philosophes que l'air, frappé par la voix et ébranlé par le son, se propage en ondes successives, de la même façon que l'eau se propage sous forme de cercles lorsque quelque chose en émerge. Ils avaient compris que, comme il arrive dans un luth ou dans les vallons, en particulier boisés, les sons et les voix deviennent beaucoup plus sonores et clairs lorsque leurs ondes, qui progressent, pour ainsi dire, en s'enflant, rencontrent, à l'exemple d'une balle lancée contre un mur, un obstacle capable d'arrêter et de repousser leur mouvement centrifuge pour les rendre ainsi denses et plus soutenues [...]. C'est pourquoi les architectes antiques décidèrent à l'origine de construire les théâtres en forme de cercles. Et, pour que rien ne vînt freiner ni entraver la libre ascension de la voix vers le sommet du théâtre, ils disposèrent les rangées de gradins de façon qu'une même ligne droite fût tangente à chacune de leurs arêtes ; et au sommet des gradins, ils ajoutèrent fort judicieusement un portique regardant, comme je l'ai déjà dit, l'aire centrale du théâtre ; grâce à ces ouvertures, la façade de ce portique était entièrement dégagée, tandis que sa partie arrière, face aux ouvertures que forment les entrecolonnements, était complètement fermée par un mur continu.* » (Alberti 2004, p. 407).

Nous voyons donc, que dans l'Antiquité déjà, les architectes sont capables de reconnaître et de définir un lieu où l'acoustique est bonne ou mauvaise. Plus important encore, ils cherchent à corriger cette acoustique quand elle ne leur convient pas. Pour

cela, on use de différents moyens, d'une meilleure disposition de la salle, de la prise en compte des mécanismes de la voix et de la propagation du son, jusqu'à l'utilisation de théories complexes, comme celle de l'harmonie. Même si les témoignages sont moins clairs pour la Renaissance, il semble que les préoccupations soient quasiment les mêmes. Mais il s'agit de théories, nous ne savons pas dans quelles mesures elles étaient mises en pratique. Alors, même s'il ne s'agit que de théorie et s'il est vrai qu'entre celle-ci et la pratique "il y a tout un monde", on ne pourra nier que dès l'Antiquité, et dans toute la théorie architecturale inspirée de Vitruve, les architectes sont conscients de leur rôle : construire un édifice du "début à la fin", et maîtriser tous les facteurs qui présideront à son bon "fonctionnement", l'acoustique étant l'un d'eux. Nous sommes consciente que, compte tenu des nombreux siècles qui séparent ces textes, nous ne pouvons faire aucune conclusion certaine, et nous ne prétendons pas le faire. Ce sondage bibliographique nous a, cependant, permis de ne pas exclure l'acoustique architecturale des préoccupations des architectes et de faire un état des lieux des connaissances en ce domaine.

Nous allons maintenant nous concentrer sur une période particulièrement riche en témoignages sur les pratiques d'acoustique architecturale. Nous l'évoquons plus haut, c'est au XVII^e siècle que les théories acoustiques prennent leur essor, et par conséquent, que l'acoustique architecturale commence, elle aussi, à apparaître dans les textes savants et à bénéficier de théories fondées sur des bases expérimentales.

4.2. L'acoustique des salles aux XVII^e et XVIII^e siècles : Mersenne, Pierre Patte, Diderot et d'Alembert

Nous avons dit que les considérations sur l'écho étaient très importantes pour notre étude. Jusque là, nous n'avons fait qu'exposer les savoirs généraux relatifs à ces phénomènes. Il convient maintenant de voir comment l'écho a été mis en rapport avec l'architecture. Dans un premier temps, nous essayerons de comprendre ce que représentaient, du point de vue symbolique, les lieux contenant cet écho. Mais surtout, il était important de savoir pourquoi les architectes, comme le dit de l'Orme, cherchent à « *représenter l'écho* » et ce que voulait précisément dire « écho » à l'époque. Nous

verrons dans un second temps en quoi consistait la science qui permettait sa « mise en place » au sein d'édifice dont on voulait soigner l'acoustique, et enfin, illustrerons tout ceci à l'aide d'exemples concrets.

4.2.1. Echo et architecture

4.2.1.1. Symbolique et utilité de l'écho

Depuis l'Antiquité, l'écho a toujours été considéré comme un phénomène remarquable, relevant parfois du surnaturel. Selon Marc Crunelle, « *L'écho est un phénomène qu'on rencontre d'abord dans la nature, et les lieux les contenant ont été rapidement déifiés ou entourés d'une aura particulière ; on les qualifiait d'influences fastes ou néfastes.* » (Crunelle 1984, p. 15). La nymphe Echo fut condamnée par Héra, pour ses bavardages incessants et ses chants, à ne plus répéter que les dernières syllabes des mots que l'on prononcerait devant elle. Par la suite, et à cause de l'impossibilité de déclarer son amour pour Narcisse, elle alla cacher sa peine dans des cavernes solitaires. La douleur l'y consuma : ses os se changèrent en rocher, et il ne resta d'elle que sa voix. Les lieux contenant la voix de la nymphe ont été souvent célèbres, et furent présentés à l'époque romantique comme symboles de la voix de la nature.

Marc Crunelle souligne aussi que les échos ont toujours eu une grande symbolique religieuse (Crunelle 1984, p. 15). Que ce soit dans l'Antiquité ou aux périodes suivantes. Tous les lieux où il y a de l'écho ont été sacralisés. Toujours selon Crunelle, si l'on considère qu'une architecture sacrée doit contenir certaines manifestations divines ou certaines règles représentatives des lois divines et de la cosmologie de l'époque, il est compréhensible que nos ancêtres aient voulu reproduire certains effets d'échos à l'intérieur ou à l'extérieur d'édifices sacrés.

Dans l'*Harmonie universelle*, Mersenne pose la question de comment renforcer la voix d'un prédicateur ou d'un orateur. Ainsi, il nous donne sa définition de l'utilité de l'écho : « *L'écho peut donner du plaisir à celui qui sait s'en servir, comme pour la musique, et pour faire entendre la voix sans beaucoup crier.* » (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 53). Mais il dit aussi que

pour les églises : *«s'il sert pour faire entendre un prédicateur, il l'interrompt aussi et l'importune beaucoup, entre-coupant sa parole par son retentissement.»* (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 55). Mersenne distingue-t-il ici deux réalités acoustiques différentes, ou décrit-il tout simplement les avantages et les inconvénients d'une seule et même chose, qui ne peut pas être applicable à tous types d'émissions sonores (musique / voix parlée) ? S'il s'agit de la première proposition, comment pouvons-nous transposer ce qu'il dit en termes acoustiques actuels : par écho, parle-t-il de réverbération ou de résonance ? Est-ce un écho qui accroît le volume sonore ?

Dans le second cas, s'agit-il du temps de réverbération qui, plus ou moins long, avantage ou nuit au son ? Nous nous appuyerons sur cette phrase pour essayer d'y voir plus clair : *«s'il sert pour faire entendre un prédicateur, il l'interrompt aussi et l'importune beaucoup, entre-coupant sa parole par son retentissement.»*

Il s'agit donc d'un écho qui aide l'orateur à se faire entendre *«sans beaucoup crier»*. Nous pensons ici qu'il s'agit de réverbération, qui devient gênante lorsque le temps de réverbération est trop long.

Crunelle donne une explication symbolique de l'utilisation de l'écho dans les édifices sacrés et elle est plausible. Si à un moment donné on a voulu valoriser l'espace sacré en travaillant la lumière, il est tout à fait possible qu'on ait voulu faire de même avec le son. D'ailleurs, Mersenne qui, ne l'oublions pas, est un religieux avant d'être un savant, insiste sur l'importance du son dans la liturgie, et surtout de la bonne entente de la parole divine : *«[...] l'écho, qui nous peut faire souvenir que toutes les parties de nostre corps doivent estre des échos résonants pour chanter, et pour répéter éternellement les louanges de Dieu, dont nous sommes le Temple, comme l'Apostre enseigne dans la première espitre aux Corinthiens, chapitre troisieme.»* (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 58). Dans le livre de *l'Utilité de l'Harmonie*, Mersenne montre également quels usages pourront faire les prédicateurs et les orateurs des traités d'harmonie et de mathématiques : *«Je dis donc qu'ils peuvent se servir en mille rencontres des propriétés de la lumière comparées à celles des sons dans tout le premier livre [premier livre de la nature et des propriétés du son, dont sont tirés la majorité des extraits présentés ici] [...] afin d'élever l'esprit de leurs auditeurs à la cognoissance du Père des lumières, et de leur faciliter l'intelligence des rayons divins, dont il esclaire nos entendements et echauffe nos volontés.»* (Mersenne

1636, *De l'utilité de l'harmonie*, p. 3-4). Nous noterons, tout de même, que l'explication que Mersenne donne de l'écho, si elle est en relation avec la religion, et, même si pour lui l'ouïe est un des sens primordiaux à l'entente de la parole divine, reste dans des considérations plutôt pragmatiques.

Enfin, Mersenne dit bien, « *L'écho peut donner du plaisir à celui qui sait s'en servir* ». Il s'agit donc de procédés artificiels, avec un savoir faire et par conséquent, avec des règles. Nous verrons ceci un peu plus tard, mais avant, nous allons présenter les différents types d'échos dont les auteurs des XVII^e et XVIII^e siècles nous ont laissé des commentaires.

4.2.1.2. Les différents types d'échos

Nous le disions dans la partie précédente, les échos sont des phénomènes remarquables qui ont longtemps fascinés les hommes du passé, preuve en est, les témoignages qu'en ont laissés Mersenne et l'auteur non cité de l'article sur l'écho de l'Encyclopédie publiée sous la Direction de Diderot. Ils les ont décrits précisément et, parfois, même classifiés.

Selon Mersenne, il y a des échos (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 50)

- *qui répondent sept, quatorze, ou vingt fois, comme font quelques-uns, que l'on a remarqué en Italie, en France et ailleurs*
- *dont le dernier responde plus fort que le premier, comme l'on a remarqué quelque-fois*
- *qui respondent autre chose que ce que l'on dit, par exemple qui respondent en espagnol, lors que l'on parle en françois, ou qui respondent un autre ton, par exemple à l'octave plus haute ou plus basse*
- *qui respondent seulement la nuit, ou à midy, ou à certaines heures du jour, comme quelques-uns disent l'avoir remarqué.*

Dans l'Encyclopédie ils sont classifiés en deux catégories (Diderot 1751-1772, article *Echo*)

1°. *En simples, qui ne répètent la voix qu'une fois, et entre ceux-là il y en a qui sont toniques, c'est - à - dire qui ne se font entendre que lorsque le son est parvenu à eux dans un certain degré de ton musical; d'autres syllabiques, qui font entendre plusieurs syllabes ou mots. De cette dernière espèce est le parc de Woodstock en Angleterre, qui, suivant que l'assûre le docteur Plott, répète distinctement dix - sept syllabes le jour, et vingt la nuit.*

2°. *En multiples, qui répètent les mêmes syllabes plusieurs fois différentes.*

Puis il donne quelques exemples d'échos remarquables qui ont suscités l'intérêt de nombreuses personnes, et notamment celui de la cour d'une "maison de plaisance", qui n'est autre qu'un des édifice de notre corpus, le château du Genetay, à Saint-Martin-de-Boscherville : *«Dans les mémoires de l'académie des Sciences de Paris, pour l'année 1692, il est fait mention d'un écho qui a cela de particulier, que la personne qui chante n'entend point la répétition de l'écho, mais seulement sa voix; au contraire ceux qui écoutent n'entendent que la répétition de l'écho, mais avec des variations surprenantes, car l'écho semble tantôt s'approcher, et tantôt s'éloigner: quelquefois on entend la voix très distinctement, et d'autres fois on ne l'entend presque plus: l'un n'entend qu'une seule voix, et l'autre plusieurs: l'un entend l'écho à droite, et l'autre à gauche: enfin, selon les différens endroits où sont placés ceux qui écoutent & celui qui chante, l'on entend l'écho d'une manière différente [...] C'est une grande cour située au-devant d'une maison de plaisance appelée Genetay, à six ou sept cents pas de l'abbaye de saint Georges auprès de Roüen. Cette cour est un peu plus longue que large, terminée dans le fond par la face du corps-de-logis, et de tous les autres côtés environnée de murs en forme de demi-cercle, comme l'on verra dans la fig. 27. Pl. phys. qui ne représente qu'une partie de la cour, le reste ne servant de rien au sujet dont il s'agit. » (Diderot 1751-1772, article Echo).*

« Des murs parallèles et élevés produisent aussi des échos redoublés, comme il y en a eu autrefois dans le château Simonette, dont Kircher, Schott & Misson ont donné la description. Il y avoit dans un de ces murs une fenêtre d'où on entendoit répéter quarante fois ce qu'on disoit. Adisson et d'autres personnes qui ont voyagé en Italie, font mention d'un écho qui s'y trouve, et qui est encore bien plus

extraordinaire. puisqu'il répète cinquante six fois le bruit d'un coup de pistolet, lors même que l'air est chargé de brouillard. Nous rapportons tous ces faits sans prétendre les garantir. » (Diderot 1751-1772, article *Echo*). Face à ces déclarations, qui nous paraissent à nous aussi un peu étranges, l'auteur de cet article émet beaucoup de réserves. Toujours est-il qu'on rapporte des phénomènes d'échos qui paraissent très complexes. Et c'est justement cette complexité qui suscite un si grand engouement pour ce sujet.

Nous notons que l'on nomme à l'époque *écho*, deux choses qui *a priori* n'ont pas de rapport. *Echo* désigne d'une part les phénomènes étranges et remarquables (écho qui se répète vingt fois la nuit, mais pas à midi, qui répond en espagnol alors qu'on a parlé en français...), d'autre part, les conditions favorables à une bonne écoute (cf. Mersenne 4.2.1.1.). Mersenne et l'auteur de l'*Encyclopédie* le disent très bien, l'écho est un phénomène de réflexion des ondes sonores et si l'on cite encore une fois l'*Encyclopédie* (article *Echo*) :

Les échos se produisent avec différentes circonstances; car,

1°. Les obstacles plans réfléchissent le son dans sa force primitive avec la seule diminution que doit produire la distance.

2°. Un obstacle convexe réfléchit le son avec un peu moins de force & de promptitude qu'un obstacle plan.

3°. Un obstacle concave renvoie en général un son plus fort; car il en est à - peu - près du son comme de la lumière. Les miroirs plans rendent l'objet tel qu'il est, les convexes le diminuent, les concaves le grossissent.

4°. Si on recule davantage le corps qui renvoie l'écho, il réfléchira plus de sons que s'il étoit plus voisin.

5°. Enfin on peut disposer les corps qui font écho, de façon qu'un seul fasse entendre plusieurs échos qui diffèrent tant par rapport au degré du ton, que par rapport à l'intensité ou à la force du son: il ne faudroit pour cela que faire rendre les échos par des corps capables de faire entendre, par exemple, la tierce, la quinte & l'octave d'une note qu'on auroit jouée sur un instrument.

On peut donc supposer que par *écho*, on entend tout simplement la notion de réflexion des ondes sonores. A un certain niveau de réflexion, on peut obtenir des

effets d'écho élaborés, à un niveau plus simple, le son se répète une ou deux fois, ou pas du tout (cf. 3.3.2.).

Nous l'avons vu, Mersenne et l'auteur de l'Encyclopédie le soulignent, les connaissances des phénomènes sonores sont encore relativement méconnus à leur époque. Mais déjà, il semble, en théorie du moins, que les hommes pouvaient maîtriser ces phénomènes de réflexions. Cette pratique, qui consiste à « fabriquer des échos », est appelée échométrie.

4.2.1. L'échométrie et son application

4.2.1.1. L'échométrie

Toutes ces théories servirent de base à une science que l'on appelait au XVII^e et au XVIII^e siècle, l'échométrie. Mersenne qualifie cette science de nouvelle : *« Si quelqu'un peut faire des échos qui répondent sept, quatorze, ou vingt fois, comme font quelques-uns, que l'on a remarqué en Italie, en France et ailleurs, et d'autres, dont le dernier responde plus fort que le premier, comme l'on a remarqué quelque-fois : ou que l'on en puisse faire qui respondent autre chose que ce que l'on dit, par exemple qui respondent en espagnol, lors que l'on parle en françois, ou qui respondent un autre ton, par exemple à l'octave plus haute ou plus basse, ou qui respondent seulement la nuit, ou à midy, ou à certaines heures du iour, comme quelques-uns disent l'avoir remarqué ; et finalement si quelqu'un trouve l'art de disposer les son en autant de manières que l'on peut disposer la lumière par le moyen des différentes figures, et du poli que l'on donne à toutes sortes de corps (dont je parleray dans le livre de la voix, où je monstreray comme il faut décrire l'ellipse, l'hyperbole, et la parabole pour réfléchir le son, et pour ayder la voix) il pourra faire une nouvelle science des sons, que l'on nommera, si l'on veut, Echométrie, ou mesure des sons. »* (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 50).

Crunelle note que dans le *Dictionnaire François et Latin*, publié à Paris en 1743, Trévoux¹² définit le terme échométrie comme suit : « *Science, Art de faire des échos ; de faire des bâtiments dont la disposition et sur tout celle des voûtes forme des échos.* ». Et au terme écho : « *En terme d'Architecture, se dit de certaines figures de voûte qui sont d'ordinaire elliptiques, ou paraboliques, qui redoublent les sons et font des échos artificiels.* ». Dans l'*Encyclopédie* on dit que l' « *Echo se dit aussi du lieu où la répétition du son est produite et se fait entendre.* » (Crunelle 1984, p. 13-15)

Cette science repose sur des principes géométriques que Mersenne explique très bien. Ils reprennent les théories de l'optique, comparant les « rayons » sonores aux rayons lumineux. En faisant des calculs, en suivant la théorie des angles d'incidence, les théoriciens mettent au point des formes sensées avoir des effets acoustiques. Nous ne reprendrons pas en détail tous ces calculs géométriques, ce serait trop obscur et trop long. Mersenne exprime clairement le but de sa démonstration de l'échométrie : *parce qu'il suffit d'avoir touché ce sujet pour donner ouverture aux architectes et ingénieurs, qui voudront faire paroître leur industrie et la subtilité de leur art, par les differens echo qui se peuvent faire dans les sales, cours, jardins, parterres, églises et autres lieux.* » (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 62).

Nous souhaitons faire ici une remarque. Mersenne parle de l'échométrie au XVII^e siècle. Si elle n'est peut-être pas encore bien maîtrisée, elle est déjà théorisée. On peut donc penser qu'elle existe déjà depuis un certain temps...

4.2.1.2. La forme des salles

Quand on sait, ou quand on croit savoir comment se propage le son, comment il se réfléchit et selon quels angles d'incidence, il devient possible de déterminer quelle sera la forme de salle la plus appropriée pour faire valoir son acoustique. Même si, plus haut, nous avons indiqué que pour Mersenne il n'était pas nécessaire qu'un corps soit concave pour réfléchir le son, dans le fait, pour que

¹² Trévoux, *Dictionnaire universel François et Latin*, Paris, 1743, t. 2, p. 1503-1504)

cette réflexion se fasse dans de bonnes conditions, il reconnaît qu'il faut que cette surface soit concave.

« *Quant à l'aide que les sons reçoivent des corps, l'on n'en peut ce semble rien déterminer sans faire plusieurs expériences, quoy que l'on puisse dire en général que tous les corps concaves l'augmentent, le renforcent, et le portent plus loin, à raison qu'il empêche que l'air ne se dissipe, comme l'on voit en toutes sortes de cornets, dont usent les sourdants, et dans les canaux et lieux souterrains, qui augmentent grandement la voix.* » (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 25).

C'est ensuite sur cette base que Mersenne va démontrer rigoureusement, à l'aide de calculs géométriques, dont j'épargnerai au lecteur les détails¹³, et en reprenant la théorie des angles d'incidence, quelles sont les formes à donner à une salle pour améliorer son acoustique. Selon lui, il y a trois formes majeures, la parabole, l'hyperbole, et surtout l'ellipse.

- Les voûtes paraboliques (ill. 5) :

Mersenne, dans son premier livre du traité de la voix explique que ce type de voûte est fait pour amasser les voix en un même lieu lorsqu'il est impossible d'installer une voûte elliptique : « *Mais parce qu'il peut arriver que la commodité ne permettra pas que la voûte, le lambris, ou les murailles du lieu où l'on chante soit en forme d'ovale [référence à l'ellipse dont nous reparlerons plus bas], et que celle de la parabole y peut estre plus propre [...]* » (Mersenne 1636, *De la voix*, p. 37).

- Les voûtes hyperboliques

« *Or parce que la figure de l'hyperbole est grandement utile pour rendre les voix plus fortes et plus intelligibles, et qu'elle peut servir en plusieurs lieux où l'ellipse et la parabole seroient inutiles, il faut en enseigner la description* » (Mersenne 1636, *De la voix*, p. 38).

¹³ Pour plus de précisions, voir Mersenne, *De la nature et des propriétés du son*, livre 1, et surtout, *De la voix*, livre I, *L'harmonie universelle*, 1636.

- Les voûtes elliptiques (ill. 6) :

Mersenne dit : « *Encore que les concaves sphériques, et les paraboliques puissent faire des échos [...], néanmoins le concave elliptique est le plus propre de tous pour ce sujet [...]* » (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 59).
« *Un des plus beau secrets des Mechaniques, et de la Catoptique. Il faut que la voûte de la salle ou de la galerie soit faite en ovale, c'est-à-dire qu'elle ait la figure d'une ellipse, d'autant que les sons qui vont frapper la voûte elliptique, quand celui qui parle est dans un certain lieu donné, se réfléchissent tous à l'autre extrémité, au poinct qui est opposé en droite ligne au lieu précédent : on appelle ces deux poincts, ou ces deux lieux les deux focus de l'ellipse [...]* Tous les rayons qui partent de l'un des focus, et qui tombent sur la surface de l'ellipse sont réfléchis à l'autre focus, qui ressemble au focus de la parabole, en ce que l'un et l'autre rassemblent tous les rayons dans un même poinct, quoy que cecy se fasse en différentes manières, d'autant qu'il faut que les rayons qui tombent sur la parabole soient parallèles à son axe, ce qui n'est pas requis aux rayons qui tombent sur l'ellipse, car il suffit qu'ils viennent de l'un des focus. » (Mersenne 1636, *De la voix*, p. 32).

Mersenne travaille clairement dans le but d'aider les architecte : « *Or je diray plusieurs autres choses de ces figures dans le traité de l'écho, lequel enseignera comme les Architectes doivent bastir des lieux propres pour entendre toutes les voix de ceux qui parlerons dedans ou dehors, quoy qu'elles soient éloignées d'une ou de deux lieuës : et quant en quels lieux l'on doit placer les Concerts pour en recevoir le plus grand contentement que l'on puisse imaginer.* » (Mersenne 1636, *De la voix*, p. 35). Comme le ferait un architecte, il décrit précisément comment construire une voûte elliptique selon les proportions d'Archimède . A ce titre, Mersenne incarne l'alliance entre architecture et théories acoustiques, aboutissant aux premières réflexion en acoustique des salles que nous connaissons.

4.2.3. Théorie de l'architecture au XVIII^e siècle

Puisque les acousticiens ont élaboré des théories sur le mode de réflexion des sons et fondé ce que nous pouvons appeler l'acoustique géométrique, qu'en disent les architectes, et à quelles réalisations architecturales aboutissent-ils ?

4.2.3.1. Pierre Patte (1723-1814), architecte

Pierre Patte a écrit et publié en 1782, un traité consacré, entre autre, à l'acoustique des théâtres : *Essai sur l'architecture théâtrale, ou De l'ordonnance la plus avantageuse à une salle de spectacles, relativement aux effets de l'optique et de l'acoustique*. Dans cet ouvrage, il cherche à comprendre quelle est la meilleure forme à adopter pour les théâtres et les salles de spectacles. Etant donné que les sens sollicités lors des représentations sont l'ouïe et la vue, il cherche à savoir comment ceux-ci fonctionnent et comment les favoriser. Pour sa démonstration, il s'appuie sur les théories que nous avons exposées plus haut. Dans un premier temps, il explique, comme ces prédécesseurs, que la forme des salles peut être plus ou moins favorables à l'acoustique : «*les formes les plus propres à fortifier le son et à lui donner de l'harmonie, sont en général les concaves, attendu qu'elles rassemblent ses renvois vers des points communs qui les concentrent, et que conséquemment elles entretiennent plus longtemps le mouvement de l'air occasionné par le corps résonnant* » (Patte 1782, p. 8), bien qu'il parle ici des salles, ces propriétés données aux formes concaves peuvent aussi s'appliquer aux vases qui nous intéressent (cf. 5.1.). Il souligne cependant que toutes les formes concaves ne sont pas bonnes pour le son, par exemple certaines voûtes «*qui n'augmentent d'ordinaire l'effet ou le bruit du son qu'aux dépens de sa netteté, de son agrément, et en produisant des échos ou des redondances qui dégènèrent souvent en cacophonie.* » (Patte 1782, p. 8). Il propose donc que les voûtes ne soient pas trop concaves afin de renvoyer le plus directement possible le son vers les auditeurs. Il reprend également la modélisation d'Aristote pour expliquer le mode de propagation du son, et cite l'Abbé Nollet¹⁴, auteur des *Leçons de physique expérimentale* publié en 1764 où : «*Il a été prouvé*

¹⁴ Nollet (Abbé), *Leçons de physique expérimentale*, Paris, 1764.

qu'il [l'air] est un composé de molécules contiguës, qu'il a de l'étendue, de la divisibilité, de la résistance, de l'élasticité, qu'il est matériel » (Patte 1782, p. 10).

Patte a aussi assimilé la théorie des angles d'incidence, puisqu'il en fait lui aussi la démonstration : *« On démontre en mécanique, que l'angle de réflexion d'un corps, qui frappe une surface qui lui résiste ou qui le renvoie, est toujours égal à l'angle d'incidence [...] Quelle que soit au surplus la manière dont le son ébranle l'air environnant, toujours est-il constant, par les effets qui en résultent, que les rayons ou les files de molécules d'air ébranlé sont renvoyés dans tous les cas, suivant la loi générale des angles d'incidence et de réflexion, par les obstacles qu'ils rencontrent à leur extension, comme il a été dit ci-devant ; et qu'ainsi pour distinguer les figures les plus favorables au son et les plus propres à le concentrer, il n'est question que de faire attention à la manière dont pourront s'opérer ses renvois » (Patte 1872, p. 11-13).*

Nous voyons qu'il souligne aussi la nécessité de prendre en compte tous les paramètres physiques du son et les facteurs géométriques d'une salle pour construire un édifice dont la fonction nécessite une acoustique digne de ce nom . C'est ainsi qu'il expose les mécanismes de la voix : *« La preuve que la masse d'air ébranlé est alors une espèce de sphéroïde allongée, se tire de ce que le son de la voix ou d'un coup de canon, se fait entendre dans un air tranquille, plus loin dans le sens de la direction du canal d'où il sort [...] Une autre preuve non moins palpable, que l'axe de ce sphéroïde d'air mis en mouvement est oblique et un peu incliné de bas en haut dans le sens de sa direction, se peut tirer de ce que la voix, par exemple, s'entend toujours mieux dans les parties supérieures d'une salle d'auditoire ou d'un bâtiment, que dans les inférieures : il n'y a personne qui n'ait été à portée de faire cette observation. » (Patte 1782, p. 14).*

Il rejoint ainsi Mersenne en déclarant que la meilleure des formes à adoptée est l'ellipse : *« De tout ce que nous venons d'exposer, il demeure constant que la courbe elliptique à sans contredit, sur toutes les autres, une supériorité marquée pour faire valoir la force de retour de la voix, et qu'il ne s'agit plus pour en obtenir tout l'effet possible, que de se rendre ensuite attentif à deux choses ; l'une de revêtir son pourtour de matières sonores et élastiques, telles que le bois, conformément aux observations physiques ; l'autre d'éviter tout ce qui pourroit contrarier la liberté de ses renvois vers l'auditoire. » (Patte 1782, p. 23).*

Par ailleurs, ces observations sur le mode de propagation de la voix pourraient nous être utiles pour comprendre la localisation choisie des vases.

4.2.3.2. Les cabinets secrets et les galeries des murmures

Dans cette partie, nous essaierons de savoir dans quelles mesures ces théories ont été mises en pratiques. D'Alembert et Patte évoquent les cabinets secrets.

Cabinets secrets : sorte de cabinets dont la construction est telle que la voix de celui qui parle à un bout de la voûte, est entendue à l'autre bout: on voit un cabinet ou chambre de cette espece à l'Observatoire royal de Paris. Tout l'artifice de ces sortes de chambres consiste en ce que la muraille auprès de laquelle est placée la personne qui parle bas, soit unie et cintrée en ellipse; l'arc circulaire pourroit aussi convenir, mais il seroit moins bon. » (Diderot 1751-1772, article *Cabinets secrets*). Nous reconnaissons ici l'application de ce que décrivait Mersenne à propos des voûtes elliptiques. Ces principes ont également été rapportés par Kircher dans sa *Phonurgia nova* (Crunelle 1984, p. 13).

Marc Crunelle parle aussi d'un autre type d'édifices, il s'agit des galeries des murmures. Le principe est le suivant : soit un mur circulaire et lisse, un tambour à la base d'une coupole par exemple, si deux personnes se parlent à voix basses, la tête plaquée contre le mur concave, le son se propage le long de ces parois, elles peuvent alors très bien s'entendre, alors qu'elles n'entendraient rien si elles essayaient de se parler directement à travers la coupole, la dispersion des ondes sonores rendant les paroles inaudibles (Crunelle 1984, p. 11).

On observe ce phénomène à Saint-Pierre de Rome, ou à Saint-Paul à Londres comme le souligne d'Alembert dans l'*Encyclopédie*, il est important de préciser à ce stade que cette définition des galeries des murmures se trouve dans l'article sur les cabinet secrets, parce que selon lui, les principes qui régissent les cabinets secrets, sont les même pour ces constructions : « *Ce qu'il y a de plus remarquable sur ce point, en Angleterre, c'est le dôme de l'église de S. Paul de Londres, où le battement d'une montre se fait entendre d'un côté à l'autre, & où le moindre chuchotement semble faire le tour du dome. M. Derham dit que cela ne se remarque pas seulement dans la galerie d'en-bas, mais au-dessus dans la charpente où la voix d'une personne qui parle bas est portée on rond au-dessus de la tête jusqu'au sommet de la voûte, quoique cette voûte ait une grande ouverture*

*dans la partie supérieure du dôme. Il y a encore à Gloucester un lieu fameux dans ce genre, c'est la galerie qui est au - dessus de l'extrémité orientale du choeur, et qui va d'un bout à l'autre de l'église. Deux personnes qui parlent bas, peuvent s'entendre à la distance de 25 toises. Tous les phénomènes de ces différens lieux dépendent à peu-pres des mêmes principes.» (Diderot 1751-1772, article *Cabinets secrets*).*

Si elles dépendent du même *principe*, Marc Crunelle cherche à savoir s'il y avait volonté de la part des bâtisseurs de construire de tels édifices. Pour les cabinets secrets, étant donné que l'on décrit de quelles manières il faut construire les voûtes pour obtenir ces effets, il devait y avoir une intention lors de l'édification. En revanche, pour la galerie des murmures rien n'est sur. Peu d'exemples existent et on comprend mal leur utilité si effets acoustiques il y avait. Mais Marc Crunelle souligne que si ce phénomène n'avait pas été intentionnellement voulu, pourquoi à la base de la coupole de la cathédrale Saint-Paul de Londres, les pierres y sont si bien agencées, gorgées d'huile et polies, ceci à 40 mètres du sol, dans un endroit très peu fréquenté des fidèles...

Nous pouvons constater que la plupart des éléments que nous avons recueillis ne sont que d'ordre théorique, mis à part la question des cabinets secrets et des voûtes paraboliques, hyperboliques et elliptiques. La pratique pouvait être tout autre. Néanmoins, à la question que pose Marc Crunelle, Existe-t-il une tradition acoustique dans l'architecture occidentale ?, il nous semble que nous pouvons répondre oui, les architectes semblaient avoir conscience que leur tâche dépassait le strict cadre de la construction, et qu'ils se devaient de prendre en compte l'acoustique des édifices, en tout cas pour ceux dont la fonction l'exigeait fortement.

Enfin, nous avons essayé de faire une analyse des termes employés. Il est difficile pour nous de faire le lien entre les expressions employées par les architectes et les notions d'acoustiques telles que nous les connaissons aujourd'hui, puisque l'acoustique n'est pas notre spécialité. De plus, chaque auteur semble utiliser son propre vocabulaire, et nous devons le signaler, il s'agit pour la plupart des textes de traductions qu'il faut prendre avec beaucoup de réserves. Malgré ces difficultés, nous avons souhaité tenter cette analyse. Les architectes parlent souvent de représenter l'écho, de faire résonner. Nous pensons qu'il s'agit de travailler le

temps de réverbération de l'édifice, seulement, nous ne sommes pas encore à même de dire dans quelle mesure. La principale difficulté est de déterminer si les architectes cherchent à gommer les effets de réverbération, à augmenter le volume sonore ou autre, car, bien souvent, nous retrouvons mêlées les expressions, *faire résonner, faire écho, augmenter et grossir la voix, augmenter le ton*. Nous reviendrons sur cet aspect lorsque nous aborderons enfin le point central de notre sujet, les vases acoustiques et leur emploi.

5. Les *echea* et les vases acoustiques, analyse de termes et analyse comparative

Si nous avons fait la précédente démonstration, c'est pour comprendre dans quel contexte intellectuel, scientifique et architectural, les vases ont été utilisés. Nous allons maintenant nous concentrer sur les témoignages qui concernent plus particulièrement les vases acoustiques, mais aussi les *echea*, car nous nous pencherons, dans un premier temps, sur ce que l'on disait, depuis l'Antiquité jusqu'au XVIII^e siècle, des propriétés des vases, niches ou tout corps creux. L'objectif global de cette étude étant de comprendre comment et pourquoi on utilisait les vases acoustiques dans les églises. Nous reviendrons dans un second temps sur les *echea* des théâtres antiques auxquels on lie souvent ces vases. Puis, à travers les textes relatifs à l'utilisation de vases acoustiques dans les églises médiévales et modernes, nous étayerons cet exposé par une analyse des termes, afin de mieux cerner les attentes des bâtisseurs en relation avec les témoignages, certes très peu nombreux, concernant l'acoustique des églises. Ainsi, nous tenterons de savoir si, oui ou non, on peut rattacher les vases médiévaux aux vases d'airain antiques. Pour cette question, nous nous appuierons sur Vitruve, mais également sur les textes des commentateurs du dispositif grec.

5.1. Vases, jarres, cavités souterraines, etc. Leurs propriétés acoustiques depuis l'Antiquité jusqu'au XVIII^e siècle

Depuis l'Antiquité, les auteurs s'accordent à dire que les corps creux, vases, puits, niches, cavités souterraines et autres, ont des propriétés acoustiques. Nous allons voir en quoi elles consistent.

Aristote, dans ses *Problèmes*, constate que là où il y a des vases ou des citernes, le lieu en question est plus *sonore* :

Problème VIII de la section XI : « *Pourquoi si l'on enfouit une grande jarre ou des vases d'argile vides et qu'on les ferme avec un couvercle, les édifices sont-ils plus sonores, et également s'il y a dans la maison un puits ou une citerne ? Est-ce parce que, du fait que l'écho est une réflexion, il faut que l'air enfermé s'accumule et que la surface contre laquelle il se réfléchira en la heurtant soit dense et lisse ? Car ainsi l'écho est à son maximum. Donc le puits et la citerne présentent étroitesse et concentration, les jarres et les vases d'argile la densité de leurs contours, si bien que les uns et les autres contribuent au résultat en question. Car les objets creux résonnent mieux. Et c'est pourquoi le bronze est plus sonore que le reste. Que l'on utilise des objets enterrés n'a rien d'étonnant ; car la voix ne se porte pas moins vers le bas. D'une manière générale, elle semble se propager de tous les côtés et en cercle.*».

Nous avouons qu'Aristote est quelque peu obscur dans ses explications. Selon Jean-Christophe Valière, Aristote a du mélanger plusieurs points, car, par exemple, il met sur le même plan de grandes citernes ouvertes avec des vases fermés et petits, qui, d'un point de vue acoustique, n'ont pas du tout les mêmes propriétés. Toujours est-il que son niveau d'érudition semble incontestable et que, selon lui, les corps creux résonnent mieux que les autres. Nous ne savons pas ce qu'il entend par sonore et résonner mieux. Cependant, ils paraissent employés dans un sens mélioratif. La citation suivante se révèle également intéressante, notamment en ce qui concerne les *echea* et les vases acoustiques.

Problème IX de la section XI : « *Pourquoi l'écho est-il meilleur si l'on enfouit les vases que si on ne les enfouit pas ? Est-ce parce que, s'ils sont recouverts de tous côtés, ils sont plus à même de recevoir et garder l'air ? La conséquence est aussi que le coup a plus de force.*».

Aristote insiste bien sur le fait que l'écho est meilleur (toujours ce sens mélioratif) si l'on enfouit les vases. Dans le problème VIII, il parlait de vases fermés par un couvercle et l'expression "*fermés de tous côtés*" évoque la même chose. C'est un point qui ne nous est pas très clair. Selon Jean-Christophe Valière, un vase hermétiquement fermé, ne peut avoir d'effet acoustique. Mais c'est peut-être une chose qui était alors inconnue à l'époque d'Aristote. Il est également possible de penser qu'encore une fois, Aristote amalgame deux choses différentes, ou que l'usage des vases pouvait être différent d'un cas à l'autre. Enfin, il faut souligner les difficultés de traductions auxquelles peuvent être confrontés les interprètes. Toujours est-il que pour que ces objets aux propriétés acoustiques avérées

soient bien employés, il faut qu'ils soient entourés de tous côté. Nous reviendrons sur cette observation, car elle est très instructive pour ce qui concerne les *echea* et les vases acoustiques. Enfin, comme nous l'avons déjà constaté les termes *écho* et *sonore* sont mis en relation .

A propos des *echea*, Alberti dit, dans, le chapitre 7 du Livre VIII à propos des théâtres des Anciens.

« *Nous ne dédaignerons pas cependant ce dont Aristote lui aussi était convaincu : n'importe quel vase vide, et même les puits, favorisent la résonance du son.* » (Alberti 2004, p. 409).

Encore une fois, il faudra définir le terme résonance. En tous cas, nous avons ici encore un témoignage intéressant : « *ce dont Aristote lui aussi était convaincu* ».

Toujours à propos des *echea*, Pierre Patte essaye d'expliquer le principe harmonique selon lequel ils sont installés dans les théâtres :

« *Ne pourroit-on pas encore expliquer les effets qui résultent de ces vases d'airains, par ce qui arrive quelques fois dans la boutique d'un chaudronnier, ou dans quelque autre endroit où il y a beaucoup de vases creux ? Pour peu qu'on s'y rende attentif, on observe qu'en parlant d'un certain ton de voix, on entend résonner quelque pièce qui se trouve sans doute à l'unisson avec le ton en question, tandis que les autres restent en silence, et que, si l'on change de ton de voix, c'est au contraire une autre pièce qui y répond. C'étoit probablement le jeu de tous ces renvois que les Anciens avoient étudié, et qui étoit la base des secours artificiels, dont ils faisoient l'usage, pour fortifier et concentrer à la fois la voix des acteurs dans leurs théâtres.* » (Patte 1782, p. 53)

Enfin, dans l'article sur l'écho, de l'Encyclopédie, l'auteur nous livre les connaissances de son temps en ce qui concerne les propriétés des cavités souterraines, capables de faire des échos, en prenant encore une fois pour exemple la cour du château du Genetay à Saint-Martin-de-Boscerville : « *La plupart de ceux qui ont entendu cet écho, s'imaginent qu'il y a des voûtes ou des cavités souterraines qui causent ces différens effets. Sans avoir recours à des cavités souterraines, la seule figure demi-circulaire de cette cour suffit pour rendre raison de toutes les variations que l'on remarque dans cet écho.* » (Diderot 1751-1772, article *Echo*).

Il semble que toujours, il ait été admis que des corps creux, et concaves, comme des vases, aient la propriété de résonner, d'amplifier les sons, et d'entrer en résonance avec un

son qui se rapproche de sa fréquence de résonance. A travers les siècles, les explications ne changent pas tant. Il s'agit de savoirs empiriques, et ces explications sont à notre portée, puisque la plupart d'entre nous n'avons pas plus de connaissances qu'eux. D'ailleurs nous pouvons en faire l'expérience, demandons à un ami n'ayant pas de connaissances acoustiques poussées, à quoi pouvait bien servir les vases acoustiques. Il nous répondra qu'ils pouvaient faire caisse de résonance, que "ça paraît logique". Il n'y a pas besoin de démonstration ou de savoirs spécifiques requis pour en venir à cette conclusion. C'est de l'ordre de l'intuitif, même si, physiquement, cette conclusion est peut-être fausse.

5.2. De l'effet des *echea* (ill.7, 8, 9, 10, 11)

Nous allons voir maintenant comment étaient perçus les *echea*, en effet, depuis Alberti du moins, on ne manque pas de parler de ce dispositif. Il semble qu'il ait suscité l'intérêt de nombreux architectes et théoriciens de l'acoustique, non pas au point d'aboutir à une controverse concernant son efficacité, mais en tous cas à provoquer quelques critiques de la part de certains auteurs.

Mais avant, revenons à Vitruve et voyons ce qu'il nous en dit :

« D'après ces principes (Principes de l'Harmonie que Vitruve a repris à Aristoxène), il faudra faire, selon les proportions mathématiques, des vases d'airain qui soient en rapport avec l'étendue du théâtre ; leur grandeur doit être telle que, venant à être frappés, ils rendent des sons qui répondent entre eux à la quarte, à la quinte et autres consonances jusqu'à la double octave. Ensuite ils devront être placés, d'après les règles établies pour la musique, dans des niches pratiquées entre les sièges du théâtre, de manière qu'ils ne touchent pas le mur, et qu'ils aient un espace vide tout autour et par dessus. Ils seront renversés et soutenus d'un côté qui regarde la scène par des coins d'un demi-pied de hauteur au moins ; ces niches auront aux flancs des assises qui forment les degrés inférieurs, des ouvertures longues de deux-pieds et hautes d'un demi-pied. [...] Grâce à cette disposition, la voix, partant de la scène comme d'un centre, s'étendra en rond, viendra frapper les cavités de chaque vase, et prendra plus de force et de clarté, selon la consonance que son degré d'élévation aura avec la vase qui y correspondra. » (Vitruve 1847, p. 477-479).

Selon Vitruve, ces vases d'airain permettaient à la voix de prendre plus de force et de clarté. Dans la partie consacrée aux qualités de l'architecte, il dit que la voix sera *graduellement augmentée* et arrivera aux oreilles des auditeurs *plus douce et plus claire*. Si nous essayons de comprendre ce qu'il veut dire, tout en étant plus forte, la voix, ou l'écho de la voix (on peut penser que c'est cela) n'agressera pas les oreilles des auditeurs, comme cela peut arriver dans un lieu où l'acoustique renvoie un son fort et sec.

Toujours selon Vitruve, il semblerait que les *echea* n'étaient utilisés que dans les édifices en pierre : « *On dira peut-être qu'il se fait tous les ans à Rome bon nombre de théâtres, sans qu'on tienne compte de ces règles : ce serait une erreur ; tous les théâtres publics sont de bois avec plusieurs planches qui résonnent nécessairement. Qu'on examine les musiciens ; ont-ils à faire entendre des sons élevés ? Ils se tournent vers les portes de la scène dont le retentissement vient aider leurs voix. Mais lorsqu'on bâtit un théâtre avec des moellons, des pierres de taille, du marbre, toutes matières solides qui ne peuvent résonner, c'est alors qu'il faut en faire l'application.* » (Vitruve 1847, pp. 481-483). Si nous comprenons bien ce passage, les *echea* sont utilisés exclusivement dans les théâtres de pierre pour reproduire les effets des théâtres de bois. Par ce dernier matériau de construction, ceux-ci sont naturellement sonore. Pour P. Liénard, il s'agit probablement de la sonorité désagréable due aux pas et mouvements des assistants (Liénard 2001, p. 272). Pour notre part, nous ne pensons pas que ce soit le cas. Ce bois sonore a l'air utile aux musiciens puisque : « *Qu'on examine les musiciens ; ont-ils à faire entendre des sons élevés ? Ils se tournent vers les portes de la scène dont le retentissement vient aider leurs voix.* » et Vitruve ajoute : « *Mais lorsqu'on bâtit un théâtre avec des moellons, des pierres de taille, du marbre, toutes matières solides qui ne peuvent résonner, c'est alors qu'il faut en faire l'application.* ». Les théâtres de pierre paraissent au contraire, mauvais pour les musiciens.

Pour Alberti, Jaucourt, auteur de l'article de l'*Encyclopédie* consacré aux *echea*, et Pierre Patte, il ne fait pas de doute que les *echea*, réglés selon les principes de l'Harmonie d'Aristoxène, étaient efficaces. Pour Alberti, les *echea* étaient destinés à rendre plus sonore la voix des acteurs en faisant résonner les basses, les médiums, les aigus et leur consonances (Alberti 2004, p. 409).

Pour Jaucourt, ils devaient faciliter la transmission de la voix : « *Lorsque les Grecs eurent bâti des théâtres solides et d'une vaste étendue, ils s'aperçurent que la voix de leurs*

acteurs ne pouvoit plus porter jusqu'au bout, ils résolurent d'y suppléer par quelque moyen qui en pût augmenter la force, et en rendre les articulations plus distinctes. » (Diderot 1751-1772, article *Vases de théâtre*).

Enfin pour Patte, les *echea* et les cavités dans lesquelles ils étaient insérés réfléchissaient les ondes sonores émises par les acteurs, puis les renvoyaient vers les spectateurs (Patte 1782, p. 52).

Mersenne décrit lui aussi les principes des *echea* il compare les vases et les niches à des hyperboles qui sont propres à réfléchir la voix aux auditeurs (Mersenne 1636, *De l'utilité de l'harmonie*, pp. 34-36). Mersenne précise qu'il « *ne veut pas perdre de temps à décrire ces vases suivant l'imagination de plusieurs* » (ce qui veut dire qu'à l'époque beaucoup s'intéressaient à ce dispositif). D'ailleurs, pour lui, peu importe comment ils doivent être, du moment qu'on respecte leurs proportions pour faire résonner les consonances par le son de la voix des acteurs. Nous voyons que Mersenne se montre des plus critique, vis à vis de Vitruve. Il va même jusqu'à dire que Vitruve n'avait pas compris les théories de l'Harmonie d'Aristoxène. Il nie, d'ailleurs, qu'on puisse améliorer l'acoustique d'un lieu comme celle un théâtre avec ce moyen. Pour lui, les sons de ces vases ne pouvaient être assez forts pour faire entendre leurs consonances aux auditeurs alors qu'ils ne sont frappés que des seules voix. Ils ne servent tout au plus qu'à réfléchir la voix pour la rendre plus forte et plus intelligible, comme le corps d'un luth et des autres instruments faisant plusieurs réflexions du son, le conservent d'avantage et le rendent plus fort. Mersenne ne croit donc pas à l'utilisation des *echea* selon les lois de l'Harmonie, il les considère tout juste comme des caisses de résonance. Nous avons trouvé le texte de Kircher qui évoque, lui aussi, les *echea*. Mais il est en latin et nous n'avons pas pu comprendre grand chose. En revanche, il nous semble, au vu de nos petites connaissances en latin, que Kircher, comme Mersenne, remet en cause les *echea*, mais nous ne savons pas en quoi. Si l'un de nos lecteurs sait lire le latin, il trouvera ce texte en annexes.

5.3. Les églises médiévales et modernes et les vases acoustiques

Enfin, venons-en à ce qui a motivé cette étude, les vases acoustiques. Pour comprendre comment ils étaient utilisés et pourquoi, nous allons reprendre les mentions regroupées

par Romain Rebeix. Nous n'avons cessé de le répéter, Mersenne est une mine de renseignements sur divers aspects qui intéressent notre sujet. Et c'est lui qui donne une explication relativement claire, du point de l'acousticien, de l'utilisation des vases acoustiques dans les églises. Mais avant de voir cela, nous allons nous arrêter un instant sur l'acoustique des églises en général.

5.3.1. L'acoustique des églises

Comme chacun sait, les églises ont une acoustique particulière. Celle-ci est due notamment aux particularités architecturales du bâtiment. Dans la majorité des édifices le temps de réverbération est très élevé, nuisant ainsi à la parole, celle-ci demandant un faible de temps de réverbération. Elle nuit aussi à l'interprétation chorale et musicale, car si la réverbération contribue à la valoriser, il ne faut pas non plus qu'elle soit trop élevée. Si le temps de réverbération excède deux secondes, les conditions pour une bonne écoute ne sont plus réunies. Et pourtant, beaucoup d'églises ont un temps de réverbération bien plus long. (Rebeix, 2006, p. 27).

Il semblerait que les principales causes de la longueur excessive de ce temps de réverbération soit dues à la géométrie même de l'édifice. Pour expliquer la propagation des ondes sonores, Romain Rebeix décrit trois phénomènes:

- Le son direct, qui est formé d'ondes sonores parvenant à l'auditeur sans rencontrer aucun obstacle.
- Les premières réflexions n'ayant rencontrées qu'un faible nombre d'obstacles. Elles forment le son précoce et renforcent le son direct.
- Les réflexions tardives sont les dernières à parvenir à l'auditeur. Elles sont composées de toutes les ondes sonores denses dont l'intensité décroît au fil du temps, c'est la réverbération. (Rebeix 2006, p. 26)

En raison de la géométrie des églises, aux murs parallèles et aux distances importantes, les réflexions tardives se retrouvent privilégiées par rapport aux sons précoces, cette tendance augmentant à mesure que le volume croît.

Il semblerait que certains types de voûtes soient aussi à l'origine de cette mauvaise acoustique. Mersenne le souligne souvent au long de son ouvrage. Dans son traité *De l'utilité de l'Harmonie*, un chapitre est consacré à la manière dont le prédicateur ou l'orateur doit parler pour sensibiliser les fidèles (notons au passage l'importance de la

parole et de l'écoute, dont nous parlions plus haut, et la nécessité que celles-ci soient favorisées et non ruinées par une mauvaise acoustique). L'éloquence est évidemment mentionnée, mais aussi le type de voûtes à utiliser, mais nous en avons déjà parlé. Car comme il le souligne dans *son traité de l'Echo*, « *Il faut advoüer que les corps qui sont entre l'oreille, et le lieu où commence le son, empeschent grandement les sons pour l'ordinaire, comme l'on remarque dans les Eglises, dont les voûtes confondent et empeschent [...] les sons [...]* » « *Quant aux églises, s'il [l'écho] sert pour faire entendre un prédicateur, il l'interrompt aussi et l'importune beaucoup, entre-coupant sa parole par son retentissement.* » (Mersenne 1636, *De la nature et des propriétés du son*, p. 55).

Rappelons nous aussi de ce que dit Alberti et Pierre Patte. Pour Alberti, les voûtes ont tendance, soit à *étouffer* le son, soit à le *faire résonner* durement à l'oreille. Si nous ne savons toujours pas précisément ce qu'il entend par *étouffer* et *résonner durement*, il est tout de même clair que les voûtes sont, pour lui, défavorables au son.

Patte, évoque aussi la confusion que peuvent provoquer certaines voûtes « *qui n'augmentent d'ordinaire l'effet ou le bruit du son qu'aux dépens de sa netteté, de son agrément, et en produisant des échos ou des redondances qui dégènèrent souvent en cacophonie* » (Patte 1782, p. 8).

D'une manière générale, car tous les édifices sont loin d'être identiques, l'acoustique des églises est donc considérée comme relativement mauvaise, en particulier pour la parole. Plusieurs moyens ont été trouvés pour remédier à cela, comme l'emploi d'abat-voix sur les chaires à prêcher, dispositif que recommande Mersenne d'ailleurs (Mersenne 1636, *De l'utilité de l'harmonie*, p. 6).. Les vases acoustiques étaient-ils employés pour améliorer cette acoustique particulière ?

5.3.2. L'utilisation des vases : analyse des termes

Nous tenterons de répondre à cette question grâce à l'analyse des textes répertoriés par Romain Rebeix, et grâce à une mention particulièrement intéressante découverte dans le traité *De l'utilité de l'harmonie* de Marin Mersenne.

- Chronique du couvent des Célestins de Metz en 1432 « *En cest année dessus dit, ou mois d'aoust, le vigile de l'Assumption Nostre-Dame, aprez ceu que frère Ode*

le Roy, priour de seans, fuit retournez du chapitre gral de dessus dit, il fit et ordonnoit de mettre les pots au cuer de leglise de seans, portant qu'il avoit vu altepart en aucune église et pensant qu'il y fesoit milleur chanter et que il y resonneroit plus fort. Et y furent mis tuis en ung jour on point tant douvrier quil souffisoit. Mais il ne seay si on chante miez que on ne faisoit. Et cest une chose à croire que lez murs en furet grandement crolley et deshochiet et becop de gens qui viennent seans sont bien merveillez que y soie fait. Et dixent aucune foix que valeoit mieux quil furet aprésen dehors portant que bon pensoyt il seroit là mis pour en prendre et jouyr à plaisir aux foulx »^{15 16}.

- En 1587, on monta des ponts dans le temple de Lutry afin que le maçon Jacques Bodmer puisse « *fayre des pertuis ès vottes du templ, afin que la parolle de Dieu qui y est annoncée soit tant plus facilement entendue.* » (Desarnaulds 2002 , p. 118).
- En 1603, un plâtrier témoigne de son travail au sein de l'église de la Chartreuse de Villeneuve-les-Avignon (Gard) en ces termes : « *plus à la fenestre que est sans vitre du cousté droict du grand aultel y fera..., une petite muraille de gip d'un cousté et d'aultres à manons d'hault en bas et y remplira des pots de terre et gip que y sera nécessaire d'y employer...aux deux pilliers qui sont à main droicte du cuer y fera comme deux petites tournelles de gip et manons...et remplira de pots...du cousté gauche du cuer d'icelle église, rompra la muralhe au dessoubs des troys fenestres que y sont et y mettra ou enchassera troys grands gerles de terre... »¹⁷.*

¹⁵ Bouteiller E. (de), *Notice sur le couvent des Célestins de Metz*, F. Blanc, Metz, 1862, p. 133.

¹⁶ « Nous devons à l'obligeance de Rév. Père Abbé de Saint-Martin de Ligué la connaissance du lieu où se tenaient ces chapitres généraux : Morrone, Italie méridionale. Mais il n'est pas impossible que l'idée des vases acoustiques ait été recueillie au cours du voyage (voir Becquet dans *Gallicae Celestorum* » note de Floriot (Floriot 1964, p. 31).

¹⁷ Amouric et Al., *Productions et usages des céramiques architecturales en Provence et Languedoc du moyen age à l'époque moderne ; La céramique médiévale en Méditerranée, actes du VI^{ème} congrès de l'AIECM2*, Aix-en-Provence, 1995, p. 711.

- Comptes du chapitre de St Denis de Vergy en 1616 , « *Payé 24 sols au tupinier de Belon pour trois douzaines de petits pots pour mettre dans la muraille du choeur, propres à faire résonner la voie.* »¹⁸
- Apocalypse de Méliton, 1662, « *De cinquante choristes que le public entretient dedans telle maison, quelque fois ils ne seront pas six à l'office, les choeurs sont accommodés avec des pots dans la voûte et dans les murailles de sorte que six voix y feront autant de bruit que quarante ailleurs.* » (Méliton 1622, p. 41-43).
- Les comptes de fabrique de l'église de Trégourez (Finistère), font mention d'une commande datant de 1666, de dix pots à mettre dans les murs de l'église « *pour faire écho* »¹⁹.
- En 1749, l'architecte Salomon, est chargé de la reconstruction d'un édifice sur le bâtiment ruiné de l'église du couvent des Dominicains de Strasbourg. Il fait ce commentaire sur la localisation des poteries: «*En démolissant les murs du grand choeur du temple-Neuf (commencé en 1307, achevé en 1345), j'ai trouvé autour des ogives des fenêtres et noyés dans la maçonnerie des pots en terre cuite, l'orifice étant à fleur du mur vers l'intérieur. J'ai réussi à en sortir quelque uns intacts. Ces pots sont en terre grise.... Il y a longtemps qu'on a dû renoncer à croire à l'efficacité de ces pots pour l'acoustique, car tous les orifices étaient bouchés et le crépis les recouvraient complètement. Autour de chaque ogive se trouvaient neuf pots, l'un au sommet et quatre de chaque côté.(....) Apparemment que ces pots servoient à augmenter le ton des voix lorsque les Religieux chantoient au choeur* ». » (Salomon, 1876).

Bien qu'en nombre restreint, ces sources apportent déjà quelques éléments de réponses que nous pouvons exploiter. Ces textes font clairement référence à l'utilisation des vases, majoritairement dans les voûtes et les murs du chœur. Conformément à ce qu'expliquait Romain Rebeix, il semblerait que ce dispositif soit destiné uniquement aux officiants. La citation de 1587, justifie la mise en place de ces

¹⁸Vases de résonance, *L'intermédiaire des chercheurs et des curieux*, 1^{er} semestre, 1900, pp. 431 ; 556 ; 598 : 882 ; 1092 ; 1107.

vases pour que *la parole de Dieu qui y est annoncée soit tant plus facilement entendue*. Cette dernière raison peut être sujette à plusieurs interprétations : s'agit-il de la voix de Dieu, au sens, du discours de Dieu dit à travers la prédication de l'officiant, ou s'agit-il d'un sens plus symbolique ? *A priori*, la première hypothèse semble la plus vraisemblable, c'est un point à éclaircir cependant. Mais un des points le plus intéressant est que dans certains cas, cette pratique aurait été motivée aussi par imitation : *qu'il avait vu altepart et pensant qu'il y fesoit milleur chanter et que il y resonnerait plus fort*. Si tel est le cas, y avaient-il une tradition, orale ou écrite, comment se propageait-elle, et quelle était son origine ? D'après Mme Boissavit-Camus, il est quasi certain que les maîtres bâtisseurs voyageaient. De plus, l'information concernant le voyage du prieur de Sens, est très intéressante, puisque nous avons un itinéraire, mais nous reviendrons sur cette question dans la partie consacrée à la synthèse régionale.

Du point de vue acoustique, que cherchait-on à faire ? Nous avons fait une liste des termes utilisés dans ces mentions :

- Meilleur chanter et résonner plus fort ; propre à faire résonner la voix ;
- Afin que la parole de Dieu qui y est annoncée soit tant plus facilement entendue ;
- Les chœurs sont accommodés avec des pots, de sorte que six voix y feront autant de bruit que quarante ailleurs ;
- Pour faire écho ;

Par ailleurs, nous avons pu étudier le texte de Mélon *in extenso*. Il s'agit d'un pamphlet qui aurait été rédigé par un ex-franciscain converti au Protestantisme (auteur pas vraiment identifié, Claude Pithoys ou Jean-Pierre Camus), contre les abus des ordres monastiques. Dans le passage qui nous intéresse (pp. 26-43), Mélon dénonce le trop grand nombre de moines mendiants que l'on "emploie" à chanter, affirmant que le "public", entendu les fidèles, les entretient pour rien, et qu'ils seraient bien plus utiles à une autre tâche compte tenu du fait qu'ils chantent "avec si peu d'édification". Il va plus loin, en dénonçant l'utilisation de vases acoustiques, véritable supercherie selon lui, que les moines installaient dans les chœurs pour faire croire aux fidèles que, cachés derrière leur jubé, ils étaient plus nombreux qu'en réalité, bénéficiant ainsi de dons plus importants. D'une part, cela nous renseigne sur le fait que les vases étaient

¹⁹ Castel Yves-Pierre (Père), Les systèmes de vases acoustiques anciens dans les églises du Finistère (XIV-XVII^e siècle), *Bulletin de la Société Archéologique du Finistère*, t. CIV, 1976.

utilisés pour amplifier le volume sonore, même si comme le souligne Floriot (Floriot 1964, p. 32), l'auteur, dans le cadre de sa critique, fait preuve d'exagération. D'autre part, il nous renseigne sur le fait qu'ils étaient utilisés pour le chant. Mais encore, s'il s'agit d'une diatribe contre le "système" monastique, on peut penser, que l'emploi des vases était une pratique relativement courante.

C'est dans sa critique des *echea* que Mersenne, par comparaison, nous a livré de précieuses informations concernant les vases acoustiques : « [les *echea*] *ne servent tout au plus qu'à la [la voix] réfléchir pour la rendre plus forte, et plus intelligible, comme le corps d'un luth et des autres instruments, faisant plusieurs réflexions du son, le conservent d'avantage, et le rendent plus fort. C'est pour cette raison que l'on met des pots à moineau, ou d'autres vases creux dans les voûtes, ou sur les voûtes des églises, afin d'aider les voix des ceux qui chantent, et que la voix, n'est pas si forte dans une campagne et un air libre, que dans un lieu renfermé, dont les murs réfléchissent la voix, et empeschent qu'elle ne se perde.* » (Mersenne 1636, *De l'utilité de l'harmonie*, p. 35).

Cette mention inespérée vient nous éclairer un peu quant aux motivations qui présidaient à l'installation des vases acoustiques au début du 17^e siècle. Il semble établi que les vases aient été utilisés pour le chant. Les archives nous disent que l'on cherche à *faire résonner la voix ; à faire de l'écho ;* et à augmenter le volume sonore. Mersenne, parle aussi de l'augmentation du volume sonore, et compare les vases aux caisses de résonance des instruments. Nous pensons donc, qu'ils cherchaient à augmenter le volume sonore en tentant d'améliorer la résonance du lieu, autrement dit, en tentant de créer un espace réverbérant propice au chant. C'est ce que nous suggèrent l'expression *faire de l'écho* et *réflexions du son*. Car si Mersenne ne parle pas d'écho, il en mentionne les principes *réflexions du son, dont les murs réfléchissent*, principes que lui même a exposés dans son *Traité de l'écho*. D'ailleurs, nous le disions, Mersenne évoque deux types d'écho dans une église, un bon, pour la musique, et un mauvais, pour la parole du prédicateur. Or, les acousticiens d'aujourd'hui le disent, comme Victor Desarnaulds le dit aussi, l'acoustique d'un édifice, si elle est favorable à la musique et au chant, ne le sera probablement pas pour la parole, et justement, à cause d'un temps de réverbération trop long. Ici, on motive l'utilisation des vases pour le chant. Et il n'est pas idiot, c'est même recommandé, de chanter dans un espace réverbérant, ce qui contribue à un effet esthétique

plus harmonieux, en gommant les défauts des chanteurs. La citation de Mersenne semble étayer cette hypothèse.

En revanche, concernant le mode d'installation, Mersenne parle de pots dans et sur les voûtes. Nous devons avouer que nous ne savons pas trop ce qu'il veut dire par là. Toujours est-il que le témoignage de Mersenne diffère des autres mentions, en ce sens, qu'il s'agit du témoignage d'un savant familier des théories acoustiques. Bien qu'il l'accrédite, il ne l'explique pas par des calculs interminables comme il a pu le faire à propos des voûtes elliptiques. Son explication, bien qu'étayée par les théories de réflexion du son, ne nous satisfait pas totalement, et nous inciterait à penser qu'il s'agit d'un usage traditionnel fondé sur des considérations acoustiques intuitives et non scientifiques.

5.4. Peut-on parler de filiation entre *echea* et vases acoustiques ?

Marc Crunelle fait cette constatation à propos des vases acoustiques :

- *Ces vases se situent à l'intérieur de locaux clos.*
- *Ils sont en général de petites dimensions.*
- *Ils se situent loin de l'oreille des auditeurs.*
- *Ils sont presque toujours maçonnés et non comme le décrit Vitruve, posés sur trois coins et pouvant vibrer plus librement.*

On remarquera que ces quatre points sont exactement le contraire de la tradition grecque et romaine.

On peut donc se poser la question d'une réelle affiliation entre *echea* et vases acoustiques.

Mersenne, qui est encore contemporain de la pratique des vases acoustiques, ne parle à aucun moment d'une quelconque ascendance, et, semble-t-il, ne se pose même pas la question. Mais peut-être ne connaissait-il pas, tout simplement, l'histoire de ces vases. Les vases ont été utilisés à partir du XI^e siècle au plus tard, une quelconque filiation aurait eu le temps d'être oubliée, et Mersenne est alors incapable d'établir le lien entre les *echea* et les vases acoustiques. Il y a donc un réel hiatus entre la fin de l'utilisation des *echea*, et les premiers vases acoustiques connus. C'est un point que nous souhaitons éclaircir.

Il est cependant intéressant de rappeler ce que dit Aristote en 5.1. à propos des vases enfouis. Si la plupart des commentateurs s'accordent à dire qu'Aristote évoque les *echea*, nous pensons au contraire que ce n'est pas le cas, puisque, pour que ces vases « fonctionnent », ils

doivent être « *entourés de tous côté* ». Toutefois, suite aux discussions avec Jean-Christophe Valière et Bénédicte Palazzo-Bertholon, Aristote ne semble pas non plus évoquer non plus les vases acoustiques, puisqu'il parle de vases fermés de tous côtés, or, les vases acoustiques sont toujours ouverts sur l'intérieur de l'édifice, et s'il y a eu d'autres façons de les utiliser, les vases que nous étudions ne sont pas fermés. Un autre problème peut être soulevé. L'acoustique d'un théâtre antique en plein air est différente de celle d'une église. Or c'est l'acoustique de départ que l'on a voulu modifiée en utilisant ces dispositifs, et pour améliorer deux acoustiques différentes, on ne va pas utiliser deux moyens identiques. Les *echea* et les vases acoustiques n'ont donc pas la même fonction de départ. En revanche, ils semblent tout de même découler du même principe acoustique. La concavité, et peut-être la répercussion sont leurs liens, mais cela ne suffit pas à dire que les vases acoustiques découlent directement des *echea*. Après tout, les enfants sont les premiers à s'amuser d'entendre leur voix amplifier lorsqu'ils parlent dans un corps creux. L'idée d'utilisée des vases acoustiques à pu être trouvée en parallèle de l'utilisation des *echea*. Nous souhaitons aborder la question de l'origine de cette pratique médiévale. Ce pourrait être une bonne façon de savoir si oui ou non, les vases sont les héritiers des *echea*.

Bilan et résultats de cette première partie

Nous avons pu récolter beaucoup d'éléments intéressants, qu'il s'agisse des connaissances qu'avaient les hommes dès l'Antiquité, ou des préoccupations en acoustique des salles. Au vu des textes analysés, on peut certifier que dès l'Antiquité, l'acoustique architecturale était pratiquée, suivant des principes relativement élaborés. Cependant, nous ne savons pas dans quelles mesures. La plupart des textes étudiés sont d'ordre théorique, et nous n'avons aucun moyen de savoir jusqu'à quel point elle était mise en pratique. De plus, la période d'utilisation de vases s'étend, d'après ce que nous savons, du XI^e au XVII^e siècle. Or nos textes, quand ils rentrent dans la fourchette chronologique qui nous intéresse, ne concernent que les XV^e, XVI^e et XVII^e siècles. Dans ce cas, nous ne pouvons prétendre que tout ce que nous avons trouvé atteste une tradition acoustique en architecture au Moyen Age. En revanche pour les XVII^e et XVIII^e siècles, apparaissent clairement les principes de l'acoustique des salles, ainsi que des réalisations pratiques, comme les cabinets secrets.

En résumé, nous n'avons pas assez de preuves tangibles pour affirmer quoi que ce soit, en revanche, nous ne pouvons nous empêcher de penser qu'il existait bel et bien une tradition acoustique en architecture, même si ses fondements étaient empiriques. L'étude des textes relatifs aux vases nous ont également confortée dans l'idée que cette pratique était en rapport avec le chant. L'étude du texte de Mersenne, qui représente parfaitement le lien entre acoustique et architecture, nous incite à penser qu'il s'agit d'une pratique que l'on pourra qualifier de traditionnelle, dont les fondements théoriques sont plutôt d'ordre intuitif, ou empirique, c'est comme l'on voudra.

Enfin, avant de nous en tenir aux textes que nous vous avons présentés, nous avons au préalable exploré plusieurs pistes. Certaines ne valent même pas la peine que nous en parlions. D'autres en revanche mériteraient d'être exploitées, comme les traités de musique et les Encyclopédies de l'Orient et de l'Occident médiévaux. Nous n'avons pas eu le temps de les consulter, mais il semblerait, au vu de ce que nous avons déjà récolté, que ces sources se révèlent intéressantes. Nous dirons la même chose de l'ouvrage de Kircher, ainsi que des œuvres laissées par les savants du XVII^e siècle.

6. Survol historique de la Normandie du XI^e au XVIII^e et aspects liturgiques généraux

Afin de bénéficier d'une étude homogène, le principe d'études régionales a été retenu par l'ACI de Poitiers. Nous avons choisi la Normandie pour des raisons pratiques, puisque cette étude implique d'aller sur place et qu'elle est, pour nous, d'un accès relativement facile. De plus, elle était déjà bien documentée, puisque 12 édifices étaient déjà recensés en Haute-Normandie, et 4 en Basse-Normandie. Compte tenu de la concentration en Seine-Maritime, et du travail dans les institutions départementales et régionales envisagé, nous avons préféré nous concentrer sur la Haute-Normandie.

A travers l'observation de cette pratique à une échelle plus réduite, l'objectif global était de voir s'il existait des tendances et des règles générales qui présidaient à l'installation de ces vases acoustiques.

Mais avant de présenter cette étude régionale, nous allons retracer rapidement le cadre historique de la Normandie et développer plus précisément certains aspects de la vie liturgique qui nous seront utiles pour l'étude de terrain

Afin de mieux comprendre les raisons qui ont pu motiver l'utilisation par les bâtisseurs de vases acoustiques dans leurs édifices de culte, il était nécessaire de revenir sur le cadre historique de la Normandie. La période d'utilisation des vases s'étendant du XI^e au XVIII^e siècle, c'est donc une période assez longue de l'histoire de la Normandie que nous embrasserons. Dans un premier temps, il apparaissait nécessaire de retracer le contexte général, en évoquant les conditions politiques, socio-culturelles, économiques et religieuses de la Normandie durant cette période, qui ont pu influencer sur les activités de construction et les idées²⁰. Puis nous préciserons notre approche contextuelle par une étude plus détaillée de la vie religieuse et des pratiques liturgiques.

²⁰ le but étant de cerner les acteurs ayant pu diffuser ou non ce type de pratiques et leurs motivations

6.1. Le contexte général de la Normandie

Comme nous venons de le dire, cette partie va nous aider à comprendre dans quel contexte socio-économique et culturel, la décision d'utiliser des vases acoustiques a pu être prise. Nous nous sommes essentiellement appuyée sur l'Histoire de la Normandie de Michel de Boüiard, réédité en 2001 et l'ouvrage rédigé sous la direction de Nadine-Josette Chaline, *Le diocèse de Rouen-Le Havre*, publié en 1977.

6.1.1. Le cadre géographique (Bottineau-Fuchs 2001)

La Normandie n'a pas d'unité géographique. Géologiquement elle se rattache, à l'ouest, au bassin armoricain, et à l'est, au bassin parisien, soit au crétacé supérieur. Les paysages normands ne se superposent pas exactement à ces données et ne constituent pas de limites visibles. Autrement dit, il n'y a pas d'entité géographique bien définie. Il n'y a que des entités territoriales, politiques et religieuses. De nos jours, cette ancienne province est scindée en deux régions administratives : la Haute-Normandie au nord-est et la Basse-Normandie à l'ouest. La Haute-Normandie, regroupe deux départements, la Seine-Maritime et l'Eure, que nous prendrons comme repères car les limites des diocèses du XI^e au XVIII^e siècle ne correspondent plus aux limites actuelles.

6.1.2. Le cadre historique

Puissance économique et relations avec l'extérieur du XI^e siècle au début du XIII^e siècle.

L'unité de la Normandie est liée à son histoire. En 911, Rollon signa le traité de Saint-Clair-sur-Epte et devint le vassal du roi de France, Charles le Simple. Les territoires cédés par le roi, soit à peu près la Haute-Normandie actuelle, constituent le premier noyau de la future province. Très vite, la Normandie s'affirma comme un territoire prospère ouvert sur la mer, que le duc dota d'une administration originale et efficace. Dudon de Saint-Quentin énumère les peuples qui fréquentaient la cour ducale

à la fin du X^e siècle : « Le Grec et l'Indien, le Frison et le Breton, le Danois et l'Anglais, le Scot et l'Irlandais » (Boüard (de), 2001, p. 106). L'époque ducale est donc marquée par de nombreux échanges commerciaux et par conséquent culturels. Les découvertes de monnaies de Rouen à l'étranger montrent que durant tout le X^e siècle, et jusqu'au XI^e siècle, les relations extérieures de la Normandie continuaient à suivre les itinéraires reconnus et jalonnés par les Vikings. On a retrouvé des monnaies de Rouen aux Iles Hébrides, au Danemark, en Poméranie, en Pologne et en Russie. Puis dans les années 1020, l'orientation changea, les découvertes de monnaies normandes attestent des relations de voisinage entre le duché et l'Ile-de-France, et certains échanges avec la France centrale. C'est aussi à cette époque que les conquérants normands font route vers l'Italie méridionale. Ces échanges de types "vikings" ont contribué à faire la prospérité de la Normandie. On assiste également à la naissance et au développement de ports et de marchés nouveaux le long des côtes et en Basse-Normandie (Dieppe, Caen, Falaise, Cherbourg, Barfleur). Cette Normandie riche fut gouvernée d'une main de fer par les ducs Richard I^{er} et Richard II. Au XI^e siècle, la Normandie était devenue une puissance économique et diplomatique, les affaires d'Angleterre ne pouvant plus se traiter sans elle.

La vie religieuse et l'organisation ecclésiastique de la province de Rouen du X^e au XIII^e siècle

Au début du X^e siècle, le diocèse de Rouen est décrit par les sources dans un état lamentable, complètement ruiné par les invasions scandinaves. Les historiens s'accordent à dire aujourd'hui que les dégâts causés par les Vikings ont été exagérés. Toujours est-il que dans le monde religieux, peu d'abbayes résistèrent et beaucoup de moines prirent la fuite. Sauf Rouen, aucun siège épiscopal n'a pu être occupé avec continuité. Le baptême de Rollon est le début du rétablissement de la vie chrétienne à Rouen. L'œuvre de reconstruction aurait été entreprise par les ducs Richard I^{er} (945-996)²¹ et Richard II (996-1026)¹. L'église servait alors le pouvoir ducal qui, en retour, restaura et créa de nombreuses abbayes et églises comme celles de Jumièges (1040), de Fécamp (autour de 1100), du Bec (1041), ou de Montivilliers (1035).

²¹ Dates de règne

Un vigoureux effort fut accompli pour redynamiser le monachisme et pour donner aux maisons rétablies une orientation conforme aux idéaux clunisiens.

Le chapitre de la Cathédrale de Rouen s'organisa et se développa durant les XI^e et XII^e siècles. Il devient assez vite un des grands propriétaires du diocèse et le seigneur le plus important de Rouen, aux côtés du duc. Il faut noter la très grande importance du temporel des archevêques de Rouen, leurs biens, tant en Angleterre qu'en Normandie étaient considérables, même si on n'en connaît les revenus qu'à partir du XIV^e siècle. Cette richesse leur permit d'organiser de façon élaborée le diocèse en même temps qu'elle leur permettait d'être de grands constructeurs. Les évêques du XI^e siècle ont surtout pensé à réorganiser le diocèse, mais la documentation manque pour savoir s'il se sont préoccupés des paroisses rurales.

Au XII^e siècle l'ordre cistercien s'implanta en Normandie, mais le nombre de maisons n'a jamais été bien considérable, rien de comparable avec l'essor monastique du XI^e siècle.

Pendant l'époque ducale, le diocèse de Rouen s'organisa progressivement pour prendre une forme à peu près définitive au XIII^e siècle. Le système archidiaconal se mit progressivement en place entre la première moitié du XI^e et la deuxième moitié du XII^e siècle. Les circonscriptions archidiaconales semblent issues de la division civile du diocèse de l'Antiquité tardive. Il se divisait alors en quatre pagi : le Roumois (*pagus rothomagensis*), le Vexin (*pagus veliocassinus*), le Pays de Caux (*pagus caletus*) et le Talou (*pagus Tellaus*). Dès la première moitié du XII^e siècle, ces circonscriptions se comptaient au nombre de six :

- le grand archidiaconé de Rouen correspond au Roumois,
- le Vexin, qui ne formait encore en 1091 qu'un seul archidiaconé, fut divisé en deux archidiaconés : l'archidiaconé de Vexin normand et celui du Vexin français,
- le pays de Caux forme, lui aussi, deux archidiaconés : le Grand Caux et le Petit Caux,
- le Talou semble avoir été à l'origine de l'archidiaconé d'Eu.

Citons également les exemptions de Fécamp, Montivilliers et Saint-Cande, car si ces abbayes ne dépendent pas de l'évêque, elles participent à la vie et à l'organisation religieuse du diocèse. Concernant l'organisation des paroisses, nous savons qu'au

XIII^e siècle, le diocèse était très étendu et comptait plus de 1000 paroisses²², le nombre de paroisses pour les archidiaconés du Vexin normand et du Vexin français étant inconnu.

Notons que le diocèse de Rouen était un diocèse métropolitain. Cette province ecclésiastique comprenait au XIII^e siècle, lors de sa forme définitive, sept diocèses : Rouen, Bayeux, Avranches, Sées, Coutances, Evreux, Lisieux. Ce dernier, qui entre dans le cadre de notre étude comprenait, au XIV^e siècle, quatorze doyennés répartis entre les quatre archidiaconés suivants : Lieuvin, Pont-Audemer, Auge et Gacé (Longnon 1903, p. LVI).

Au début du XIII^e siècle, la Normandie était une province économiquement puissante, et riche de nombreux contacts avec l'étranger. Nous pouvons constater que le monachisme a contribué à former le cadre de l'Eglise de Rouen, et a permis la restauration de la vie religieuse, notamment dans les campagnes. L'organisation ecclésiastique normande était quasiment aboutie et les patrons, ducs, évêques et seigneurs laïcs ont contribué à l'édification de nombreux édifices de culte.

La Normandie royale (XIII^e - XIV^e)

La prospérité du duché, son organisation administrative, son expansion outre-mer, s'accompagnèrent d'une volonté d'autonomie de plus en plus grande, que les rois de France admettaient mal. En 1204 eut lieu l'annexion de la Normandie entière. Le commerce avec l'Angleterre devint plus difficile, ce qui ne fut pas sans conséquence pour les marchands rouennais. Cependant, la conquête ouvrit une ère de prospérité et de paix qui dura un siècle et demi, jusqu'au retour des hostilités avec l'Angleterre. L'essor de l'économie rurale et la croissance urbaine en sont les signes les plus explicites.

Un des phénomènes importants du siècle fut l'installation des ordres mendiants dans les centres urbains. Les Frères prêcheurs arrivèrent à Rouen, aux environs de

²² L'archidiaconé de Rouen comptait, au XIII^e siècle, 376 paroisses pour 8 doyennés, celui d'Eu, 264 paroisses pour 7 doyennés, l'archidiaconé du Grand Caux, 226 paroisses pour 3 doyennés et celui du Petit Caux, 143 paroisses pour 3 doyennés. Le nombre de paroisses pour le Vexin normand et le Vexin français ne nous est pas connu, mais ils comptaient respectivement 4 et 3 doyennés.

1221-1223 sous l'épiscopat de Thibaud, suivis par les Frères mineurs, puis les Carmes en 1260. Très vite, les mendiants gagnèrent les faveurs des habitants de Rouen. Dès leur arrivée dans le diocèse, ils jouirent de la faveur des évêques et les plus riches bourgeois de Rouen, leur firent des dons considérables et choisirent leurs églises comme lieu de sépulture.

Concernant les édifices à proprement parlé, *le Journal des Visites pastorales* d'Eudes Rigaud (26 avril 1248-17 décembre 1269), nous renseignent sur l'état des édifices des différents doyennés durant la seconde moitié du XIII^e siècle. Il y évoque le chantier des parties hautes de la cathédrale d'Evreux, ainsi que des chœurs de Notre-Dame de Jumièges et de Saint-Wandrille. Selon lui, les églises paroissiales semblent avoir été mal entretenues durant le XIII^e siècle, car les statuts synodaux reviennent constamment sur l'obligation de tenir l'église dans un état décent : il faut éviter que le clocher ne devienne un pigeonier, veiller à ce que l'eau des fonts baptismaux, le saint sacrement et le saint chrême soient conservés dans des lieux corrects et fermés à clefs. Les églises servaient parfois de lieu de dépôt (sacs, coffres) et de grenier, voire d'auberge ou de marché.

Malgré le mauvais état des certaines églises paroissiales, on constate, toutefois, que ce siècle de prospérité et de tranquillité dans le diocèse fut favorable à l'embellissement des édifices culturels par les prélats et les abbés.

Périodes de crise (milieu du XIV^e – milieu du XV^e siècles)

A partir du XIV^e siècle, et pour plus d'une centaine d'années, s'ensuivit une période de crise due à la Peste noire, à la guerre, et ses destruction, notamment au début et à la fin de l'occupation anglaise. La prospérité du XIII^e ne profita pas à tous et aggrava les clivages sociaux ce qui fut à l'origine de nombreuses émeute urbaines. Aux crises sociales et politiques, s'ajoutèrent des difficultés économiques. D'abord une crise agricole due à une expansion excessive et à une mutation climatique, puis, à partir de 1348, les fléaux à répétition de la Peste noire, influèrent sur la démographie : le manque de main d'œuvre provoqua alors une augmentation des prix et une mévente. A tout cela vint s'ajouter, au XIV^e siècle, la guerre de Cent Ans, ses batailles et ses

destructions (siège de la ville d'Harfleur, bataille d'Azincourt, tous deux en 1415). Rouen tomba en 1419, et les Anglais occupèrent la Normandie. La guerre désorganisa le diocèse et on constate une chute brutale des revenus provenant du temporel de l'évêque. Concernant la vie religieuse des campagnes, les registres des gages du promoteur de la cour indiquent qu'il n'y a plus *personne* dans de nombreuses paroisses. Le fait est peut-être exagéré, toujours est-il que le dépeuplement est réel. Au XV^e siècle, l'état des paroisses apparaît lamentable, entre 1409 et 1413, on comptait un prêtre pour huit paroisses environs.

Mais d'une manière générale, les Normands furent ménagés, et l'autonomie de la province renforcée, ce qui engendra un certain redressement économique dans la première moitié du XV^e siècle. La prospérité redevint visible. Malgré ces difficultés, cette période ne marqua donc pas l'arrêt total des chantiers. Jenson Salvart acheva en 1421 les parties hautes de la cathédrale de Rouen. Au début du XV^e siècle, on éleva le gros œuvre du transept et les parties supérieures de la première travée du chœur de la cathédrale d'Evreux.

Si la construction ne fut pas toujours stoppée par les hostilités, en particulier sur les grands chantiers, elle n'en fut pas moins ralentie, surtout en milieu rural. Durant ces périodes de crise, le bilan est mitigé, ce sont les campagnes qui semblent avoir le plus souffert du ralentissement des activités de construction et surtout du dépeuplement.

Retour de la prospérité (XV^e – XVI^e)

Les guerres de reconquête ont laissé la Normandie exsangue. Une grande partie de la population avait fui pour échapper aux guerres et à l'insécurité et la peste sévissait toujours. Des mesures furent prises pour faire revenir les habitants (indemnités, propagande...). Grâce à l'appât des fermages à bas prix ou à des salaires industriels élevés, beaucoup affluèrent de toute la France, y compris des Pays-Bas et d'Allemagne. On remit en état les fortifications et les installations portuaires. En ville, comme dans les villages, tout entretien avait cessé. Il fallu reconstruire aussi les habitations. Quelques années suffirent pour les villes, mais faute de capitaux, la reconstruction rurale fut plus lente. La ville de Rouen redevint le port de redistribution

qu'elle était auparavant, tout en s'affirmant comme centre financier. La Normandie devint un centre important de la production de draps, notamment, et ces ports de pêche étaient très actifs. Le commerce international entre la Normandie, l'Europe du Nord, et le bassin méditerranéen était florissant : pour exemple, un navire de Cherbourg apportait à Edimbourg du vin de Bordeaux et des navires de Honfleur rapportaient des vins et des fruits de Messine et de Naples. Ce commerce favorisa la venue d'étrangers en Normandie et les échanges culturels. Vers 1480, une communauté espagnole était déjà fortement implantée à Rouen. A l'inverse, on rencontrait des Normands à Londres, Anvers, Séville, Lisbonne et jusqu'à Madère.

Cette société cosmopolite, enrichie par le commerce, a favorisé les arts et les nouvelles idées. Les nouveaux maîtres de l'économie, fortement influencés par leurs différents voyages, et en particulier par l'Italie du Quattrocento, trouvèrent dans un mécénat éclairé, l'aboutissement normal de leur succès social et le moyen de rivaliser avec les fortunes plus anciennes. La population, riche, devint de plus en plus cultivée et l'industrie des imprimeurs prit rapidement une place importante parmi les activités de la Normandie.

Le diocèse comptait alors plus de 1300 paroisses. Concernant le clergé paroissial, il semble que en dehors des périodes troublées, chaque paroisse ait eu au moins son curé. Sous l'épiscopat de Guillaume d'Estouteville (1453-1483), les historiens sont tentés de penser, à l'image des comptes de l'archevêché, que tout était à sa place, pesé, vérifié et surveillé. Le personnel en place était d'une remarquable stabilité. Les synodes de printemps et d'hiver se déroulaient régulièrement, facilitant le contact entre les curés et les vicaires généraux. A la fin du Moyen Age, les confréries étaient nombreuses à Rouen. Elles avaient un rôle important dans la vie religieuse, processionnant, participant à la vie liturgique et invitant les hommes à se sanctifier dans le cadre de leur profession.

Grâce à cet essor économique, les chantiers retrouvèrent toute leur activité. C'était alors le triomphe du flamboyant. Quelques édifices subirent des reconstructions comme le chœur du Mont-Saint-Michel, ou quelques compléments, comme la Tour de Beurre de Rouen, et des édifices plus modestes furent réparés et parfois rebâti entièrement. On peut citer les églises de Notre-Dame de Caudebec, Saint-Michel de Pont-l'Evêque ou de Saint-Jacques de Lisieux. Le nouvel essor commercial amenant de nouvelles richesses également dans les campagnes, des constructions très chères

furent entreprises par les paroisses. Concernant son organisation matérielle l'honneur de Dieu exigeait la splendeur des édifices de culte. La fièvre de reconstruction ou d'aménagements qui saisit le diocèse, notamment durant la première moitié du XVI^e siècle, fut spectaculaire. Un sondage rapide concernant Rouen et son arrondissement, permet d'estimer à plus de 50% les paroisses qui, au cours du XVI^e siècle, procèdent à des campagnes notables de construction dans leur église, sans compter les acquisitions de vitraux, tableaux, statues et pièces de mobilier. Au cours de ces campagnes de reconstruction, le sanctuaire s'adjoint fréquemment une sacristie, peu à peu pourvue d'un mobilier adapté, et servait parfois de lieu de réunion aux trésoriers de la fabrique. Rien n'est assez beau, curés et paroissiens ne ménagent ni leur peine, ni leur argent. Mobilier et vases liturgiques précieux, ornements brodés d'or, luminaires sont répertoriés dans les comptes. Le cas de l'archevêque Guillaume d'Estouteville est intéressant. En étroite relation avec Rome, il faisait venir de la capitale pontificale de nombreux ornements liturgiques précieux pour l'église métropolitaine (stalles neuves, nouvel escalier pour la bibliothèque des chanoines et secondes cloches). Son successeur, Robert de Croismare, (1483-1493) embellit lui aussi son église métropolitaine. Il fit don de tapisseries pour le chœur et la dota, à ses frais, d'orgues.

Cette période est donc marquée par un remarquable essor économique qui favorise les activités de construction et les échanges culturels avec l'Europe entière. La population Les institutions ecclésiastiques profitent aussi de cette situation et apparaissent très bien organisées. La volonté d'embellissement des édifices de culte est alors très présente, que ce soit dans les villes ou dans les campagnes, semble-t-il, et on va jusqu'à importé du mobilier liturgique et des œuvres d'art d'Italie, notamment. Même si, pour ce dernier point, il s'agit d'édifices riches, on peut penser que certains usages et idées ont pu être transmis à des édifices plus modestes.

Réforme et contre-réforme (XVI^e – XVIII^e)

Les Normands participèrent activement aux grandes découvertes des XVI^e et XVII^e siècles. Jusque vers 1560, les Français, dont plus de la moitié sont Normands, participèrent à la commercialisation et à l'exploitation du bois brésil, et atteignirent un

niveau, peut-être égal, à la moitié du commerce qu'en faisait les Portugais. La Normandie était alors riche et d'une culture élevée. Cette culture se traduisait par un fort taux d'alphabétisation élémentaire (au XVIII^e siècle, ce taux était le double du reste de la France, il est donc probable que cette avance existait déjà au XVI^e siècle (Boüard (de), 2001 , p. 363)), voire par la diffusion d'une culture moyenne en langue vulgaire qui a été possible grâce à un ensemble de catégories sociales intermédiaires : clercs du second ordre, réguliers des ordres les plus intellects, sommet de l'artisanat, petite et moyenne noblesse, voire grands en conflit avec l'état centralisateur.

Selon les historiens, c'est la corrélation entre région riche et cultivée , et les trafics d'indulgences et l'absentéisme des clercs, qui expliquent, entre autres, le succès du protestantisme au XVI^e siècle.

Durant la seconde moitié du XVI^e les guerres de religion freinèrent une fois de plus la Normandie dans son essor et jetèrent la population dans une nouvelle période de crise. Sans échapper aux dernières crises de subsistance, les Normands ne connaîtront plus, au XVIII^e siècle, la violence des troubles passés. Le diocèse comptait alors 1388 paroisses. En 1786, Louis XVI peut constater sa prospérité. Suite à la Réforme protestante, tant dans le domaine religieux qu'économique, la Normandie demeure « une région à construire ». Progressivement, tout l'appareil de la Réforme catholique se met en place : à la veille de la Révolution, les procès-verbaux de visites pastorales révèlent un clergé exemplaire , des édifices bien décorés et un peuple fidèle à ses devoirs.

La Normandie, à l'instar des autres régions a connu des périodes de prospérité et de crises durant ces sept siècles. La Normandie a été une région riche, puissante et ouverte sur le monde grâce à ses nombreux contacts commerciaux. Pour ce qui nous intéresse, nous pouvons constater que les périodes les plus propices aux activités de construction et à l'embellissement des édifices de culte sont le XIII^e, et à partir du XV^e jusqu'au XVIII^e siècles. Bien entendu, il serait imprudent, de considérer les autres périodes comme non productives. Néanmoins, nous avons désormais quelques repères qui nous permettrons peut-être d'aboutir à certaines conclusions.

6.2. Le contexte de la pratique

Après avoir présenté rapidement le cadre général, nous souhaitons développer certains aspects de l'histoire religieuse, pouvant nous éclairer sur le rôle attribué aux vases acoustiques et les personnes susceptibles de décider de leur utilisation à un moment donné. Nous allons dans cette partie étudier les pratiques liturgiques, et plus particulièrement la place qui était réservée au chant, puisqu'il apparaît, au vu des sources étudiées, que celui-ci était en rapport avec l'utilisation des vases. Par ailleurs, la place qu'occupent ces vases au sein des édifices est essentielle, puisqu'elle est susceptible de révéler les préoccupations des bâtisseurs, qu'il s'agisse de considérations liturgiques, ou relatives à la qualité sonore de l'espace. C'est pourquoi nous verrons dans un second temps comment étaient réparties les différentes fonctions liturgiques dans l'espace ecclésial et quels en étaient les acteurs. Enfin, nous aborderons brièvement la question des potentiels maîtres d'œuvre à travers les rôles des fabriques et des décimateurs.

6.2.1. La place de la musique dans la liturgie

Déjà dans l'Antiquité, les orateurs ne pouvaient se passer de la musique et des ressources de la voix chantée. Fabius Quintilien, rhéteur célèbre au I^{er} siècle de notre ère disait : « Grâce à la voix et à la modulation, le musicien rend les pensées élevées avec noblesse, les pensées aimables avec douceur, les pensées modestes avec calme, et il harmonise toujours son art avec les sentiments qu'il exprime »²³. « La voix sera comme un intermédiaire qui fera passer dans l'esprit des juges les états d'âme qu'elle aura reçu de nous ; elle est révélatrice de l'âme et peut subir autant de mutations que l'âme elle-même »²⁴. Au IV^e siècle après J.-C., saint Augustin décrit la musique sacrée comme suit : « Cependant, lorsque je me souviens de mes larmes, que j'ai versées aux chants de l'Eglise dans les premiers temps de ma foi recouvrée ; lorsque, aujourd'hui encore, je me sens ému, non par le chant, mais par les choses que l'on chante, si c'est d'une voix limpide et sur un rythme bien approprié qu'on les chante ; alors la grande utilité de cette institution s'impose de nouveau à mon esprit. Je flotte ainsi, partagé entre le danger du plaisir et la constatation d'un effet salutaire. J'incline

²³ *De Institutione Oratoria*, I, X, 24 (Jourdan-Hemmerdinger 1991, p. 23)

²⁴ *De Institutione Oratoria*, I, X, 62 (Jourdan-Hemmerdinger 1991, p. 23)

plutôt, sans émettre toutefois un avis irrévocable, à approuver la coutume du chant dans l'Église, afin que, par les délices de l'oreille, l'esprit encore trop faible puisse s'élever jusqu'au sentiment de la piété. Mais, quand il m'arrive de trouver plus d'émotion dans le chant que dans ce que l'on chante, je commets un péché qui mérite punition, je le confesse ; et j'aimerais mieux alors ne pas entendre chanter. »²⁵. La musique est donc perçue comme un médium fort, pour peu qu'elle soit bien utilisée. Le son ne doit, en effet, pas prendre le pas sur le verbe, la mélodie n'ayant pour but que de mettre en valeur les paroles sacrées.

Mais le chant liturgique n'est pas seulement un vecteur d'idées efficace. Comme l'a constaté Gunilla Iversen, dans son article sur les poèmes liturgique du IX^e au XI^e siècles : « l'acte de bien chanter est constamment interprété comme un moyen pour les chœurs terrestres de s'élever jusqu'aux sphères célestes et de se joindre aux chœurs des anges [...]. Tout comme l'encens s'élève en même temps que les prières, la musique élève la prière et la louange de sorte que les voix des hommes sur la terre rejoignent celles des armées célestes. En tant que symboles de ce mouvement ascendant, la musique devient un thème essentiel. » (Iversen 2007, p. 54). De nombreux témoignages postérieurs, ainsi que les œuvres du répertoire classique qui nous sont parvenues, attestent la persistance du rôle important du chant liturgique. Pour preuve, le souci des autorités religieuses de la Contre-Réforme, entre autres, pour que les compositions ne nuisent pas à l'intelligibilité des paroles chantées. Cette importance symbolique du chant liturgique est importante à prendre en compte, car c'est une des raisons, si ce n'est la principale, qui aurait pu motiver l'installation de vases acoustiques.

6.2.2. Fonctions des espaces ecclésiaux et acteurs de la vie liturgique

Cette partie est essentielle dans la mesure où le rapport que l'on pourra faire entre la fonction liturgique d'un espace et l'emploi de vases à cet endroit pourra nous renseigner sur les motivations qui ont présidé à l'installation de ces derniers.

²⁵ *Confessions* X, XXXIII, 50 (Lemoine 2007, p. 19)

La plupart des édifices de culte, qu'ils soient monastiques ou paroissiaux, présentent une répartition des espaces liturgiques relativement similaires (pour les besoins de cette étude, nous avons délibérément choisi le modèle le plus simple) : le sanctuaire, où prennent place l'autel-majeur et l'officiant, le chœur pour le clergé régulier et séculier, et un ou plusieurs vaisseaux pour les fidèles, sauf pour certains édifices monastiques où leur présence était strictement interdite (églises cisterciennes par exemple).

La fonction de ces espaces semble stabilisée au Moyen Age central (Reveyron 2008, p. 74). Le sanctuaire est dévolu aux lectures, aux prières et à la célébration de l'Eucharistie. Jusqu'à très récemment, avant le Concile de Vatican II, cette messe se faisait dos au peuple. C'est un élément important à prendre en compte pour notre sujet, nous y reviendrons. Le chœur monastique ou canonial, matérialisé le plus souvent par des stalles était réservé au chant. Selon Guillaume Durand, au XIII^e siècle: « le chœur des clercs est l'endroit où ils se réunissent pour chanter en commun [...] »²⁶. L'église priorale clunisienne de Pommiers-en-Forez (42) est intéressante, puisque d'après les sources historiques²⁷, les religieux se plaçaient face à face dans le chœur monastique, de façon sans doute, à se répondre, comme le font aujourd'hui les moines de l'abbaye du Bec-Hellouin (27) (ill. 12). Enfin, comme nous l'avons dit, la nef était réservée aux fidèles. Lorsque cela était possible, les laïques occupaient les bras du transept, les femmes d'un côté, les hommes de l'autre. Assez tôt, semble-t-il à partir du XII^e siècle, du moins durant le Moyen Age central avec un fort développement à la Contre-Réforme, apparurent les chaires à prêcher dans les nefs, habituellement du côté nord, pour le prône. Il s'agit d'une redite de la messe en langue vulgaire, les clôtures de chœur et l'usage du latin empêchant les fidèles de participer pleinement à la célébration (Bouyer 1991, p. 65-66).

Pour notre étude, la principale difficulté réside dans le fait que ces espaces liturgiques, et, notamment le chœur canonial ou monastique qui nous intéresse tout particulièrement pour son rapport avec le chant, ne sont plus, ou pas toujours identifiables. En effet, leur emplacement diffère, parfois, d'un édifice à l'autre, en fonction du plan, de la période ou du statut. Ainsi, le chœur liturgique d'une église

²⁶ Rational, Livre I, chapitre I (Viollet-le-duc 1868, t. 3, p. 227)

²⁷ Bernard et Bruel, Recueil des chartes de l'abbaye de Cluny (Delomier 2008, p. 52)

paroissiale romane se situait à la croisée du transept et dans les dernières²⁸ travées de la nef, tandis que dans les cathédrales et les églises paroissiales gothiques, la partie réservée aux clercs se terminait, traditionnellement, à la limite orientale du transept, ou, lorsque celui-ci n'existait pas, à la limite orientale de la dernière travée de la nef, l'autel étant placé dans le fond de l'abside. Dans les églises monastiques, le chœur des religieux occupait la croisée du transept et les dernières travées de la nef, le sanctuaire commençant à partir de l'ouverture orientale de la croisée du transept. Nous verrons que ces questions devront souvent se régler au cas par cas. Mais il semble que pour l'air géographique qui nous intéresse, la Haute-Normandie, nous retrouvions souvent cette disposition du chœur liturgique à la croisée du transept.

D'un point de vue liturgique, mais aussi pour des questions d'ordre acoustique, il faut noter que ces chœurs ont été clôturés dès le XIII^e siècle, si ce n'est plus tôt. Les édifices paroissiaux, destinés aux fidèles, ne furent entourés que de clôtures à jour, en fer ou en pierre. Il ne semble pas que des jubés aient été élevés si tôt dans les églises paroissiales, mais plutôt à la fin du XV^e siècle et au commencement du XVI^e. (Viollet-le-Duc 1868, t. 3, p. 235)

Dans les églises monastiques et épiscopales, le chœur des religieux, était clos par un jubé et des boiseries, grilles ou murs latéraux s'étendant jusqu'au sanctuaire. Les fidèles entendaient leurs chants, voyaient les clercs montés sur le jubé pour lire l'épître et l'évangile, et ne pouvaient apercevoir l'autel qu'à travers la porte du jubé. Dans les cathédrales, les fidèles ne pouvant voir les cérémonies qui se faisaient dans les chœurs fermés de toutes parts, on éleva de nombreuses chapelles dans les bas-côtés des chœurs et de la nef.

Ces clôtures furent détruites à la Contre-Réforme, des grilles, laissant passé la lumière et le son, les remplacèrent, permettant aux fidèles une participation plus active, ou du moins plus attentive, lors de la célébration et des chants.

Chaque édifice a ces propres particularités, d'une part, et d'autre part, il est possible que toutes les données ne soient pas réunies pour reconstituer leur cadre liturgique exacte, nous essaierons cependant de nous appuyer sur les informations ci-

²⁸ Selon l'usage, pour un édifice orienté, les travées sont décomptées d'ouest en est.

dessus pour essayer de savoir avec quelle pratique liturgique nous pouvons mettre en relation les vases acoustiques.

6.2.3. Les acteurs de la vie religieuses et leur église

Nous avons vu dans la chronique du couvent des Célestins de Metz, que le prieur aurait ramené l'idée d'utiliser des vases acoustiques d'un voyage en Italie à l'occasion de la tenue d'un chapitre. Il est intéressant de connaître l'organisation cléricale et les relations entre les religieux des différentes paroisses normandes. Depuis le XIII^e siècle, les archidiacons vérifient les comptes des trésoriers des fabriques, la tenue du matériel liturgique, les registres paroissiaux et les écoles. Les doyens, assument une fonction similaire et assurent le lien entre les curés et l'administration diocésaine. Leur mission est à la fois spirituelle et matérielle (surveillance de l'entretien des bâtiments par exemple). Les curés ne vivaient pas isolés dans la paroisse qu'ils desservaient car ils devaient assister à des réunions qui les mettaient en contact avec la hiérarchie ecclésiastique, ou avec les desservants des autres paroisses rurales.

Il est intéressant de constater que les liens sont assez forts entre les différents acteurs de la vie religieuse, ceci pourrait se révéler intéressant pour nous, les idées pouvaient circuler ainsi plus facilement.

Nous allons également aborder brièvement le rôle des fabriques. Celles-ci tiennent soigneusement à jour la liste des bienfaiteurs. Elles tiennent un rôle important pour la construction et la conservation de l'église paroissiale. L'abbé Cochet, dans l'introduction de son ouvrage *Les églises de l'arrondissement du Havre*, publié à partir de 1844, (pp. XLIX- LIV) nous dit que non seulement le trésorier achetait le matériel et payait les ouvriers, mais encore, dirigeait lui-même les travaux, et veillait à l'entière exécution du *pourtraict* dressé par le maître d'œuvre de la *machonnerie*. Le trésorier était le chef suprême du chantier. Ces informations pourraient se révéler intéressantes dans le cadre de notre sujet. Comme nous le disions plus haut, il est clair que la consultation des comptes de la fabrique pourrait nous être très utile. Par ailleurs, à la page 154 de l'ouvrage publié en 1977 sous la direction de Nadine-Josette Chaline, il est mentionné qu'au XVIII^e siècle, le chœur est à la charge des gros décimateurs, tandis que la nef reste à la charge du trésor et des paroissiens. Nous n'avons pas encore

d'informations de cet ordre, pour nos édifices. Mais il était important pour nous de connaître ces éléments.

7. L'enquête de terrain : problématique et questions de méthode

L'étude des édifices comportant des vases tentera de répondre à plusieurs questions qui conditionnent les critères retenus pour le protocole de recherche. Ces questions sont les suivantes :

Quand ont été utilisés les vases acoustiques ? Est-ce qu'une communauté particulière utilisait ce dispositif acoustique ? Quelle était la fonction qu'on leur attribuait, et avec quelle pratique liturgique pouvons nous les mettre en rapport ? Enfin, comment les utilisaient-on, quelles techniques et quelles règles de mise en œuvre étaient utilisées pour insérer ses vases dans les maçonnerie, et plus largement, au sein de l'édifice.

Après avoir complété le corpus des édifices déjà identifiés, nous avons axé cette étude selon deux orientations : en premier lieu, l'étude archéologique prenant en compte l'étude du bâti, l'histoire de la construction et l'étude céramologique des vases, dans la perspective de mieux cerner les faits et les techniques. Et en second lieu, une étude prenant en compte les données historiques de chaque édifice complétant les données mentionnées ci-dessus et pouvant contribuer à l'interprétation. Avant de présenter notre protocole de recherche et les premiers résultats, nous allons revenir sur le corpus des édifices, et les moyens mis en œuvre pour l'enrichir.

7.1. Les recherches précédentes et L'inventaire

7.1.1. Le protocole de recherche de Romain Rebeix

Voici un rappel de ce qui a été dit précédemment sur le protocole de recherche de Romain Rebeix. Pour son étude, en 2006, il avait sélectionné un certain nombres de critères à prendre en compte :

- le nombre de vases
- le nombre de vases estimés
- le volume de l'édifice

- la position des vases (localisation dans l'édifice)
- la disposition des vases (en ligne, en triangle, dispersés)
- leur fréquence de résonance moyenne le siècle de fondation
- la hauteur de l'édifice
- la hauteur moyenne des vases
- le statut de l'édifice
- le volume des vases

Il a ensuite mis en rapport ces critères, et a abouti à un certain nombre de conclusions :

- il y a un rapport de proportionnalité entre le nombre de vases et le volume, le nombre de vases augmentant en même temps que le volume.
- les vases sont proportionnellement à la même hauteur.
- la répartition dans le chœur est plus fréquente dans les édifices paroissiaux et les vases dans le transept ne sont observables que dans les édifices monastiques.
- les fréquences de résonance de tous les vases tournent autour de la fréquence de résonance moyenne de la voix humaine parlée ou chantée.
- le volume de l'édifice ne semble pas avoir d'incidence sur le choix de la fréquence de résonance des vases.
- Le pic d'implantation des vases acoustiques semble se situer à la période romane (XII^e siècle) tandis qu'un regain d'intérêt au XVI^e siècle semble correspondre à la Renaissance et à l'époque de la Réforme. Il est possible d'émettre l'idée selon laquelle les vases étaient *a priori*, destinés à être stimulés par l'homme d'église plus que par les fidèles. En effet les édifices paroissiaux n'accueillent comme homme d'église que l'officiant, qui prend place dans le chœur alors que les offices menés dans des édifices monastiques accueillent de nombreux religieux, dispersés tout autour du chœur. De même, dans le cas des vases placés dans les premières travées de la nef des édifices paroissiaux, cette position coïncide avec celle de l'orgue et des chœurs. Ces tendances montrent donc que les vases tendent à être situés le plus près possible de la source des émissions sonores.

7.1.2. L'inventaire

Nous disposons de trois inventaires d'églises conservant des dispositifs de vases acoustiques. Le premier est dû à l'abbé Floriot qui s'est appuyé sur les inventaires réalisés au XIX^e siècle. Puis, Jean-Marc Fontaine réalisa également un inventaire dans le cadre de son mémoire soutenu en 1979, qui se distingue déjà partiellement de celui de Floriot. Enfin, un nouvel inventaire (Inv. 2006) a été mis à jour sur la base des travaux de Solène Moreau (DEA – 2002) et Romain Rebeix (Master Recherche - 2006). 309 édifices étaient alors répertoriés dans toute l'Europe (20 pays européens...), jusqu'en Turquie et en Russie, 177 en France, dont 12 en Haute-Normandie et 4 en Basse-Normandie. Un autre édifice haut-normand était mentionné, l'église Saint-Martin d'Harfleur (76). Nous l'avons écarté pour cette étude, puisqu'il ne contenait pas de vases acoustique. En revanche, nous devons le garder de côté, puisque Cochet signal dans *Les églises de l'arrondissement du Havre*, publié à partir de 1844, qu'un intéressant dispositif acoustique composé de deux tables de pierres au dessus du chœur avait été détruit.

7.1.3. Le corpus, son enrichissement et sa documentation

Un des premiers objectifs étaient d'enrichir le corpus le plus possible. Pour cela, nous souhaitions cartographier la région et délimiter une ou plusieurs zones de prospection en réunissant le plus de renseignements possible concernant les édifices déjà connus (datation de l'installation des vases / ordre / statut / patronage, etc.) et en essayant de dégager des tendances. Par exemple, les église de Perruel (27) et de Fry (76) sont toutes les deux patronnées par l'abbaye de Saint-Ouen. Une autre église du secteur, à la datation voisine et elle aussi sous le patronage de l'abbaye de Saint-Ouen pourrait aussi contenir des vases. C'est donc sur cette base que nous avons élaboré cette stratégie de recherche. Nous souhaitions aussi faire une prospection bibliographique et dépouiller certaines revues comme le Bulletin Monumental, les Congrès archéologiques et surtout les revues archéologiques normandes, comme le Bulletin de la société des antiquaires de Normandie et les procès-verbaux de la Commission départementale des antiquités de la Seine-Maritime.

Mais avant même de commencer cette recherche, nous avons déjà trouvé de nouveaux édifices, puisqu'en consultant la documentation relative aux églises déjà connues, d'autres mentions apparaissaient. Nous ne devons pas non plus négliger le potentiel d'Internet. Les moteurs de recherche classiques nous ont permis de trouver quelques mentions

supplémentaires, ainsi que la recherche en plein texte de certaines bibliothèques numériques. Nous avons aussi cherché à contacter, dans la mesure du possible, tous les acteurs du patrimoine en Haute-Normandie, à savoir : le Service régional de l'Inventaire (SRI), les Service départementaux de l'architecture et du patrimoine (SDAP) de Seine-Maritime et de l'Eure, le Service régional de l'archéologie (SRA), l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) Haute-Normandie, le Centre de documentation du patrimoine, les missions archéologiques départementales, les offices de tourisme et quelques associations œuvrant pour la sauvegarde et la mise en valeur du patrimoine architectural Haut Normand, en leur faisant parvenir un résumé de cette étude (cf. annexes). Nous avons aussi contacté le musée départemental des antiquités de Rouen et demandé conseil à Elisabeth Lecler-Huby, céramologue à l'INRAP. Malheureusement, nous n'avons eu que très peu de réponses. Enfin, nous avons contacté Mme Guilluy, qui était présente lors de la découverte des vases acoustiques dans l'église de Bosc-Bénard-Commin (27), comme le signalait un article de journal trouvé au SRA, et qui a eu la gentillesse de nous signaler un édifice à Flancourt-Catelon. Au final, nous avons trouvé 9 édifices de plus (Inv. 2009), dont un civil que nous avons gardé, car il apportait de précieuses informations, ce qui fait un total pour la Haute-Normandie de 21 édifices connus comme contenant, ou ayant contenu, des vases acoustiques, 14 en Seine-Maritime et 7 dans l'Eure. Tous sont religieux, sauf un, le château, aujourd'hui détruit du Genetey à Saint-Martin-de-Boscherville. Compte tenu du temps qu'il fallait pour tous les traiter, nous ne pouvions pas mettre en pratique le protocole de recherche de nouveaux édifices exposé au début de cette partie. Voici la liste des édifices :

Alvimare (76) : Eglise Notre-Dame (Inv. 2006, détruite)

Bellencombres (76) : Eglise Saint-Pierre-Saint-Paul (Inv. 2006, détruite)

Blosseville-sur-Mer (76) : Eglise Saint-Martin (Inv. 2006)

Bosc-Bénard-Commin (27) : Eglise Saint-Ouen (Inv. 2009)

Caudebec-en-Caux (76) : Eglise Notre-Dame (Inv. 2009)

Contremoulins (76) : Eglise-Martin (Inv. 2006)

Fiquefleur-Equainville (27) : Eglise Saint-Pierre d'Equainville (Inv. 2006)

Flancourt-Catelon (27) : Eglise Saint-Ouen de Flancourt (Inv. 2009)

Fort-Moville (27) : Eglise Saint-Jean-Baptiste (Inv. 2009)

Fry (76) : Eglise-Martin (Inv. 2006)

Letteguives (27) : Eglise Saint-Martin (Inv. 2009)

Longroy (76) : Eglise Saint-Clément (Inv. 2009)

Mont-Saint-Aignan (76) : Eglise Saint-Thomas (Inv. 2006)

Montivilliers (76) : Eglise Notre-Dame / Saint-Sauveur (Inv. 2006)

Perruel (27) : Eglise Sainte-Geneviève (Inv. 2006)

Rouen (76) : Eglise Saint-Patrice (Inv. 2006)

Sotteville-lès-Rouen (76): Eglise Notre-Dame (Inv. 2006, détruite en 1863)

Saint-Laurent-en-Caux (76) : Eglise Saint-Laurent (Inv. 2006, détruite en 1862)

Saint-Laurent-de-Brévedent (76) : Eglise Saint-Laurent (Inv. 2009)

Saint-Martin-de-Boscherville (76) : Château du Genetey (Inv. 2009, civil, détruit)

Saumont-de-la-Poterie (76) : Eglise Saint-Denis (Inv. 2009)

Très récemment, nous avons trouvé une nouvelle mention. L'église de Vattetot-sur-Mer (76) aurait contenu des vases, mais nous n'avons, pour l'instant, pas eu le temps de vérifier ceci.

Par ailleurs, même s'il ne s'agit pas de l'aire géographique qui nous concerne ici, Marie Henrion, doctorante en histoire de l'architecture médiévale, nous a signalé des vases acoustiques dans la chapelle de la basse-cour du château de Saladin (anciennement château de Saone ou du Sahyun), à 30 km de Lattaquié, un port relativement connu, au nord de la Syrie. La chapelle pourrait datée de l'époque croisée, mais rien n'est encore sur. Il semble qu'il s'agisse du premier édifice syrien que l'on pourra ajouter à la base de données de l'ACI de Poitiers.

Pour les édifices déjà connus, nous sommes allée chercher quelques informations complémentaires, dans un premier temps, pour vérifier ou rectifier certaines données des anciens inventaires, car certains édifices n'étaient que très peu documentés et difficiles à identifier. Puis, pour établir les fiches d'enquête que nous vous exposerons plus bas, nous nous sommes appuyée principalement sur la documentation du SRA de Haute-Normandie, et en particulier la Carte archéologiques, et sur la documentation du SRI, puisque la plupart des édifices n'ont pas fait l'objet de monographies. Les études de l'abbé Cochet (1812-1875) nous ont également beaucoup aidée, puisqu'il a publié en 1871, un Répertoire archéologique de la Seine-Inférieure, très complet, et a consacré plusieurs ouvrages aux églises de chaque arrondissement du département.

7.2. Les données architecturales et archéologiques

7.2.1. Le protocole de recherche

Comme nous l'avons dit plus haut, nous avons séparé, pour les besoins de cette présentation, les données d'ordre architecturales, archéologiques et céramologiques, des données historiques. Voici le protocole de recherche du premier corpus de données :

Nous nous sommes inspirée du protocole de recherche de Romain Rebeix et l'avons adapté à notre problématique. Pour commencer, nous avons constitué quatre bases de données sur le logiciel excel, nous les avons jointes à ce mémoire sous forme de CD-ROM, en voici la présentation :

- la première appelée « Données pratiques sur les édifices », comme son nom l'indique, recense les données pratiques qui nous servent à l'étude *in situ*, comme le diocèse, la paroisse actuels, etc., afin de la localiser et de trouver les contacts sur place et les horaires d'ouverture. Nous y signalons également s'il s'agit d'édifices protégés ou non.

- la seconde, « Fiches enquêtes édifices pour l'étude *in situ* », a été constituée pour l'étude *in situ*. Elle récapitule les grandes étapes de construction, les remaniements successifs et nous permet d'établir le contexte spatio-chronologique d'implantation des vases. Nous cherchions à recueillir le plus d'informations possible quant aux aménagements liturgiques et aux fonctions dévolues à chaque espace de l'édifice. Il était également utile de connaître le mode de voûtement, le volume de l'édifice et le revêtement des murs afin d'établir de potentiels rapports entre ces paramètres et les vases. Voici les critères retenus pour chaque édifice :

- état actuel (conservé ou détruit)
- grandes étapes de construction
- plan (simple ou complexe)
- hauteur de l'édifice
- volume
- couverture
- revêtement des murs
- aménagements liturgiques

- répartition des usagers dans l'espace cultuel
- partie où se trouvent les vases
- datation des parties où se trouvent les vases

- la troisième, « Vases in situ », réunit tous les critères concernant les vases acoustiques installés dans l'édifice, comme le nombre de vases observés, supposés, leur agencement dans l'église, etc. :

- nombre de vases observés
- nombre de vases supposés à l'origine (certaines traces pouvant nous l'indiquer)
- localisation dans l'édifice (chœur, nef, transept...)
- disposition des vases (en ligne, en triangle...)
- niveau de mise en place
- écartement minimal et maximal entre les vases
- datation de la mise en place des vases
- mode d'implantation (à la place d'une pierre, pierre taillée en conséquence...)
- éléments architecturaux à proximité des vases, susceptibles d'influencer l'acoustique (baies, etc.)

- enfin, « céramologie », réunit tous les critères céramologiques nécessaires à l'étude des vases eux-mêmes, hors de leur contexte. Nous y recensons, les dimensions, les types de pâtes, les typologies, tout ce qui pourra nous renseigner sur la datation et l'aire de production. Nous essayons également de repérer toutes les traces qui pourront nous dire s'il s'agit de production domestiques ou de vases fabriqués spécialement dans un but acoustique. Enfin, nous recensons les fréquences de résonance de chaque vase.

- Hauteur totale
- Diamètre médian
- Diamètre à la base
- Hauteur du col
- Diamètre du col
- Volume
- Fréquence de résonance
- Matériaux (terre cuite ou verre)

- Technique
- Caractéristiques de la pâte (couleur, dégraissants, inclusions, etc.)
- Température et mode de cuisson
- Traitement de surface
- Typologie
- Description complémentaire (traces d'utilisation, éléments de préhension, etc.)

Dans un souci de clarté lors de la lecture, chaque édifice sera présenté par deux fiches simplifiées, une synthétisant les données archéologiques, architecturales et historiques de chaque édifice, l'autre synthétisant les données qui concernent les vases au sein de l'édifice et leur étude céramologique. Celles-ci sont présentées dans le volume Illustrations et Annexes. Pour plus de renseignements, chaque fiche d'édifice renvoie aux bases de données correspondantes. Nous souhaitons à termes, pouvoir transférer ces bases sur un logiciel plus performant, comme File Maker Pro, ce qui nous permettrait de faire des requêtes.

Voici la présentation générale des corpus de données architecturales et archéologiques.

7.2.2. Présentation générale du corpus des données architecturales et archéologiques

Dans cette partie, nous exposerons le corpus des données architecturales et archéologiques qui concernent les édifices et l'installation des vases. Puis, nous nous concentrerons sur les vases eux-mêmes et leur caractéristiques céramologiques.

7.2.2.1. Les édifices

Dans un premier temps, nous allons exposer toutes les informations qui concernent les vases dans leur contexte. Pour cela, nous avons tout d'abord étudié l'édifice dans son ensemble (étapes de construction, critères architecturaux). Puis nous nous sommes concentrée sur l'installation des vases au sein de l'édifice. Pour une lecture plus fluide, nous n'énumérerons pas systématiquement les édifices concernés par tel ou tel critères, mais vous renvoyons aux fiches simplifiées de chaque édifices

placées dans le volume d'annexes, où se trouvent également les illustrations des vases et les plans des édifices aux bases de données correspondantes sur CD, ainsi qu'au.

7.2.2.1.1. Datations des édifices et des parties où se trouvent les vases acoustiques

Nous avons tenté de reconstituer l'histoire de la construction des édifices pour essayer de connaître la date de l'installation des vases, mais également pour connaître leur contexte d'installation. Nous avons pu recueillir des informations plus ou moins détaillées pour tous les édifices. Nous nous sommes principalement appuyée sur la Base Mérimée et les informations trouvées à la carte archéologique et au service de l'Inventaire de la DRAC Haute-Normandie. En dernier lieu, nous nous sommes rendue au SDAP de la Seine-Maritime pour consulter les dossiers des édifices classés et y avons récolté quelques indices. Par ailleurs, l'abbé Cochet a publié dans la seconde moitié du XIX^e siècle un Répertoire archéologique (Cochet 1871) très bien documenté, ainsi que 3 volumes consacrés uniquement aux églises de Seine-Maritime (Cochet 1844-1846 ; 1846-1850 ; 1852).

Nous connaissons le siècle de construction de tous les édifices, et pour certains, les décennies exactes. Globalement, il en est de même pour la datation des parties où se trouvent les vases. Les différentes phases et les reprises sont souvent mentionnées. Pour Montivilliers, par exemple, nous avons la date précise de 1648, pour la construction de la voûte de la croisée du transept. Cependant, pour la majorité des édifices, ce ne sont que des dates assez vagues, et aucune datation précise ne peut vraiment être proposée, sans compter les cas de réfection qui ne sont peut-être pas mentionnés dans les documents consultés. Pour certains cas (Saint-Thomas au Mont-Saint-Aignan, Saint-Laurent-de-Brèvedent), nous avons proposé, d'après certains éléments connus, une date pour les parties de l'édifice qui nous intéressent, sans pour autant en être tout à fait sûre. Par ailleurs, pour certains cas, on nous signale plusieurs dates, soit pour la construction du même édifice (Sotteville-lès-Rouen), soit pour les différentes phases d'une partie (chœur/nef) (Saumont-la-Poterie). Dans ce cas, nous avons gardé la date la plus antérieure comme *terminus post-quem*. Les datations des parties où se trouvent les vases vont du 11^e siècle (Saint-Laurent en-Caux uniquement) au 18^e siècle, avec une forte proportions de datations des 16^e et 17^e siècles.

7.2.2.1.2. Les paramètres pouvant influencer sur l'acoustique (base "fiches enquêtes édifices pour étude *in situ*")

Nous avons souhaité, dans un premier temps, répertorier et analyser les principaux paramètres architecturaux ayant un rôle dans l'acoustique d'une salle. Ainsi, la répartition des espaces, le volume, le type de couverture et les revêtements sont des points à prendre en compte pour la compréhension des phénomènes acoustiques d'un lieu clos. Nous allons exposer ce que nous avons pu observer sur le sujet à travers notre corpus. L'analyse fera l'objet d'un autre développement dans la synthèse de cette étude.

- **Plan** : sur les 21 édifices, nous avons déterminé le type de plan de 18 églises, 2 édifices étant détruits et non documentés (la cour d'honneur du Genetay, Sotteville-lès-Rouen), et l'autre (Contremoulins) n'a pu être renseigné. Pour une étude plus précise, nous avons déterminé 2 types de plans. Les plans dits "simples" concernent les édifices à plan allongé, ou en croix latine (avec transept), mais avec un seul vaisseau. Il s'agit essentiellement de petites églises paroissiales. Dans notre corpus, ces églises à plans "simples" sont au nombre de 10. Les églises détruites d'Alvimare et de Bellencombre, faisaient probablement partie des ces édifices à plan simple, mais nous n'avons pu réunir les renseignements nécessaires pour l'affirmer. Les plans dits "complexes" regroupent les édifices, avec ou sans transept, mais avec plusieurs vaisseaux, et par conséquent, une emprise plus grande. Cependant, pour Notre-Dame de Caudebec-en-Caux, il en va autrement. Dans notre classification, cet édifice pourrait être considéré à plan complexe, mais les vases n'ont été observés que dans la chapelle axiale, dédiée à la Vierge, de plan hexagonal, et de surface relativement petite, puisqu'elle n'excède pas les 40 m² (cf. annexes). Au final, seuls 5 édifices sont considérés comme étant à plan complexe, sur 18. Les édifices à plans simples sont donc majoritaires. Il convient, cependant, de rester prudent avant de formuler quelque hypothèse, ce résultat ne relevant que de l'état de notre corpus, et ne pouvant être, dans l'état actuel de nos connaissances, représentatif de la réalité. Ceci sera également valable pour les observations suivantes. Cependant, cet usage de vases acoustiques dans ce type d'église est à remarquer, et nous y reviendrons plus bas, dans la synthèse.
- **Emprise au sol** : sur les 21 édifices de notre corpus, nous ne connaissons la surface que de 8 d'entre eux. Soit nous avons pris les mesures sur place, quand cela était possible

(Saint-Laurent-de-Brèvedent a été trop remaniée pour connaître l'emprise existant au moment de l'installation des vases ; oubli à Fiquefleur-Equainville), soit nous nous sommes appuyée sur les plans à notre disposition (Blosseville-sur-Mer). Pour notre étude, nous les avons classés selon 3 catégories : petit, moyen, grand. Les édifices dits "petits" ont une surface inférieure à 300 m². Les "moyens" sont compris entre 300 m² et 800 m². Les grands ont une surface supérieure à 800 m². Les "petits" édifices sont majoritaires, ce qui correspond à la majorité d'édifices à plan simple que nous évoquions plus haut. Il est à noter que les 2 édifices que nous pouvons considérer comme "grands" (Montivilliers et Caudebec-en-Caux) présentent les vases dans des espaces circonscrits. D'une part, L'abbaye de Montivilliers était scindée en deux (cf. Base Données historiques et annexes), la partie qui nous concerne étant alors réduite à environ 750 m², et d'autre part, comme nous l'avons dit, la chapelle de la Sainte-Vierge de l'église de Caudebec n'excédait pas 40 m². Nous souhaitons, à terme, pouvoir documenter tous les édifices, d'autant plus que nous avons besoin de cette informations pour déterminer le volume, un autre des paramètre très important à prendre en compte pour l'étude et la compréhension de l'usage des vases.

- **Volume** : Romain Rebeix avait mis, en 2006, en rapport le volume et le nombre de vases, et s'était aperçu que l'augmentation du nombre des vases acoustiques utilisés étaient proportionnel à l'augmentation du volume. C'est un point que nous souhaitons aussi étudier. Malheureusement, par manque de matériel (distancemètre), nous n'avons pu mesurer les hauteurs. Nous y remédierons prochainement. Mais le plus ennuyeux, est que nous ne connaissons le nombre exact de vases utilisés que pour 6 édifices, les vases ayant été retirés au XIX^e siècle, pour la plupart, et très peu documentés. Nous reviendrons plus en détail plus bas cette question du nombre de vases.

- **Couvrement** : sauf la cour d'honneur du château du Genetay, qui était à l'air libre, les couvrements de tous les édifices sont voûtés, qu'ils soient de bois, de pierre ou de plâtre. Du sol, nous n'avons pas toujours pu différencier ces deux derniers matériaux (en particulier à Montivilliers). Les voûtes lambrissées sont présentes en majorité dans les petits édifices à 1 vaisseau, tandis que les voûtes de pierre se trouvent souvent dans les édifices à plusieurs vaisseaux, couvrant souvent les collatéraux, alors que la nef centrale était lambrissée (Montivilliers, Saint-Thomas au Mont-Saint-Aignan, Saint-Patrice à Rouen). Les croisées de transept, quant à elles, sont voûtées d'ogives, certainement parce qu'elles supportaient le clocher, fréquemment placé entre le chœur et la nef. L'analyse

portera donc sur le fait que les édifices sont voûtés mais, nous essaierons aussi de voir si les matériaux utilisés ont une incidence sur le choix d'installer ou non des vases.

- **Revêtement** : l'observation des modes revêtement était difficile à faire compte tenu des nombreux changements qui ont pu être faits depuis l'installation des vases. Nous pensons cependant qu'il devait y avoir peu d'édifices dont les murs étaient à nu. C'est un point que, pour l'heure, nous ne prendrons pas en compte.

7.2.2.1.3. L'installation des vases (base "vases")

Pour cette étude spécifique de l'installation des vases, nous avons relevé divers points. D'abord, la localisation des vases au sein de l'édifice. Nous l'avons dit, c'est un point très important, puisqu'il est susceptible de nous renseigner sur la fonction liturgique des vases. Ensuite, le nombre de vases utilisés. Pour ce critère, nous avons distingué le nombre de vases observés, du nombre de vases à l'origine. Nous avons noté la disposition des vases (en ligne, en triangle) et leur hauteur, puis avons essayé de connaître le mode (à la place d'une pierre, noyé dans le remplissage), et le contexte d'installation (dès la construction de l'édifice, lors de réfection etc.). Pour cette partie, nous souhaitons nous appuyer sur les observations *in situ*, ce qui est l'idéal. Cependant, sur ces 21 édifices du corpus, 5 sont aujourd'hui détruits. Sur les 16 églises conservées, 5 seulement possèdent encore les vases en place (Montivilliers, Blosseville-sur-Mer, Saumont-la-Poterie, Flancourt-Catelon, Fort-Moville), et pour 3 édifices, nous ne savons pas encore s'ils sont en place ou non, puisque nous n'avons pas encore pu nous y rendre (Contremoulins (la mairie étant injoignable, les visites et les renseignements par téléphone étaient impossibles), Letteguives), mais aussi parce que, si les vases sont encore en place, ils ne sont plus visibles (Saint-Laurent-de-Brévedent). Enfin les vases ont été retirés de 8 édifices encore en élévation. Parmi les 5 églises qui possèdent encore les vases, nous n'avons vu que Saumont-la-Poterie et Montivilliers. Blosseville-sur-Mer, près de Dieppe, trop excentrée des autres églises ne rentrait pas dans les circuits prévus, et les églises de Flancourt-Catelon et Fort-Moville ne sont entrées dans notre corpus que très récemment. Même si nous ne pouvons présenter ici ces 3 édifices, nous irons de toute façon les étudier, pour notre thèse, mais aussi pour compléter la base de données de l'ACI de Poitiers. Concernant les édifices où les observations sont désormais impossibles, soit parce qu'ils sont détruits, soit parce que le dispositif a été retiré, nous nous sommes appuyés sur tous les témoignages à notre

disposition, comme ceux de l'abbé Cochet, dont nous parlions plus haut, les articles et procès-verbaux des revues archéologiques normandes du XIX^e siècle (P.-V. COM. DEP. ANT. S.-I. 1867 ; P.-V. COM. DEP. ANT. S.-I. 1867.) , ainsi que les informations trouvées au SRA et au SRI, comme des lettres manuscrites ou des articles de journaux (COURRIER NEUBOURG PONT-AUDEMER 1988.). Nous avons pu y avoir des renseignements sur la localisation plus ou moins précise des vases, sur le nombre de vases observés, et parfois sur le mode d'implantation (Fiquefleur-Equainville) ainsi que sur la date et le contexte d'implantation (Montivilliers).

Mais pour commencer, il fallait être sûr qu'il s'agissait bien de vases acoustiques, et non de vases d'allégement, ou encore, de dispositifs contre l'humidité. Pour cela, nous avons établi plusieurs critères sur lesquels nous nous basons pour pouvoir dire qu'il s'agit bien de vases acoustiques :

- les vases sont ouverts sur l'espace intérieur de l'édifice ;
- leur localisation est circonscrite à une ou plusieurs parties de l'édifice, mais ne concerne pas l'ensemble de l'édifice ;
- les vases sont placés en hauteur, en tout cas, la hauteur dépasse le mètre cinquante ;
- leur disposition peut-être particulière (en ligne, en triangle etc...)

Bien que nous n'ayons par vu tous les dispositifs, ces critères semblent réunis pour tous les édifices, même s'il est vrai que parfois, nous avons dû nous contenter de l'attribution faite par Cochet.

- **Localisation** : d'après les informations que nous avons récoltées, qu'il s'agisse de mentions, ou d'observations *in situ*, nous avons pu savoir connaître l'emplacement des vases au sein des églises pour tous les édifices, sauf Saint-Patrice à Rouen, et Contremoulins. Pour Saint-Patrice, nous n'avons pu faire que des déductions. En l'occurrence, les vases ont probablement été découverts dans la voûte de la nef centrale et du chœur, mais nous n'avons aucune autre précision (cf. "Fiche simplifiée vase" de Saint-Patrice). Pour Contremoulins, il n'y a aucune information. D'une manière générale, nous retrouvons les vases dans le chœur et à la croisée du transept. Seuls 3 édifices présentent les vases dans la nef (Blosseville a des vases dans la nef et à la croisée du transept, les vases de Saumont-la-Poterie sont dans les dernières travées de la nef et la première travée du chœur, (cf. annexes) au Mont-Saint-Aignan, les vases sont dans le chœur et la nef). A

Fort-Moville, les vases sont dans le chœur, mais il y en a peut-être dans la nef, il faudra que nous nous y rendions pour en avoir la certitude. A Caudebec-en-Caux, les vases se trouvent dans la chapelle de la Sainte-Vierge, qui était le siège d'une frairie. Le château du Genetay à Saint-Martin de Boscherville est un cas à étudier à part, puisque c'est un édifice civil. Les vases ont été découverts dans les murs de clôture de la cour d'honneur. Pour les vases qui sont dans le chœur, nous souhaitons distinguer les vases qui étaient dans le sanctuaire, des vases qui étaient dans le chœur liturgique, car cela peut-être révélateur de pratiques liturgiques bien spécifiques. Malheureusement, il n'a pas été possible de toujours faire la distinction. Citons, dès à présent, un cas intéressant qui sera plus amplement développé dans la synthèse. Il s'agit de l'abbaye de Montivilliers, où on observe 2 phases différentes de l'utilisation de vases. On en a trouvé dans la voûte de la croisée du transept construite au XII^e siècle. Cette voûte a été masquée par une seconde au XVII^e siècle, où on a également installé des vases. Nous n'aborderons pas l'analyse, ici, des parties où on utilisait les vases, mais reviendrons sur ce point dans la synthèse et verrons, plus précisément, quelles conclusions nous pourrons tirer du point de vue de la liturgie.

- **Nombre de vases** : nous avons distingué, comme Romain Rebeix, le nombre de vases observés du nombre de vases estimés à l'origine. Nous n'avons pu déterminer ce dernier que pour 3 édifices (Bosc-Bénard-Commin (24), Saumont-la-Poterie (11) et Montivilliers (18 dans la voûte du 12^e siècle et 26 dans la voûte du 17^e siècle). Nous pensons qu'il sera possible de faire la même chose pour les vases que nous savons en place (Flancourt-Catelon, Fort-Moville, Blosseville-sur-Mer). Pour les autres édifices, soit nous n'avons aucune indication, soit quelques vases ont été observés, mais nous n'avons aucun moyen de savoir s'il y en avait d'autres ou si c'étaient les seuls, puisque ceux-ci ont été retirés et toute analyse bâtie s'avérant impossible, du fait que les édifices ont été détruits ou entièrement restaurés.
- **Disposition des vases** : il en est de même pour ce critère. Les seuls cas que nous ayons pu observés sont ceux-ci : en ligne à Saumont-la-Poterie, à Saint-Thomas du Mont-Saint-Aignan²⁹, dans la voûte 12^e de l'abbaye de Montivilliers et semble-t-il à Flancourt-Catelon, 6 ou 7 vases regroupés en triangle à la naissance des arcs de la voûte du 17^e

²⁹ Nous les considérons en ligne, même s'ils étaient peut-être regroupés dans chaque fenestrelle, puisque les fenestrelles sont elles-mêmes en ligne.

siècle. Nous savons que nous pourrions faire ces observations à Fort-Moville, Blosseville-sur-Mer, et compléter celles de Flancourt-Catelon. Pour les autres édifices, en revanche, cette information est, sans doute, perdue.

- **Hauteur de mise en place** : nous n'avons pas la hauteur précise de mise en place, mais c'est une chose que nous devons documenter, pour ensuite la mettre en rapport avec la hauteur totale de l'édifice. Ce ne sera pas toujours possible, puisque, comme nous l'avons, dit, nous ne savons pas toujours où sont les vases, mais nous pourrions tout de même voir certaines choses se dégager, et comparer avec les résultats de Romain Rebeix. Pour ce présent mémoire, nous sommes contentée de noter si les vases étaient installés dans les murs ou dans les voûtes. C'est un paramètre acoustique important, puisque le son ne se propage pas de la même façon le long des murs que dans les hauteurs d'un édifice. Sur les 21 édifices de notre corpus, 5 ne sont pas renseignés, les vases de 11 édifices sont insérés dans les murs, et 4 édifices présentent les vases dans les voûtes. Blosseville-sur-Mer présente les 2 cas de figure. Nous souhaitons, dans la synthèse, voir s'il y a un rapport entre le choix d'installation des vases dans les murs ou dans la voûte, et les matériaux utilisés pour le couvrement, ou encore la partie de l'édifice où se trouvent les vases. A part Bosc-Bénard-Commin, où les vases ont été découverts dans la voûte lambrissée, et Saint-Laurent-de-Brèvedent, édifice à plan "complexe" et dont les vases semblent être dans les murs, tous les édifices à plan simple et de petite surface ont leurs vases installés dans les murs. Mis à part cela, nous n'avons que trop peu d'éléments pour savoir s'il y a un rapport entre le choix d'installation dans les murs ou dans les voûtes, et l'utilisation de voûtes lambrissées ou appareillées.
- **Mode d'implantation** : pour dégager de potentielles règles d'implantation, il nous fallait connaître le mode d'implantation des vases. Nous n'avons pu déterminer, plus ou moins certainement, ce dernier que pour Bosc-Bénard-Commin, Fiquefleur-Equainville, Montivilliers (voûtes 12° et 17°), Saint-Thomas du Mont-Saint-Aignan, Saint-Laurent-en-Caux et Longroy. Dans la voûte 12° de l'abbaye de Montivilliers, des niches ont été creusées dans la maçonnerie existante pour insérer les vases, qui étaient ensuite tenus par un mortier blanc (cf. annexes). Le même mode d'implantation a été adopté à Fiquefleur-Equainville, comme le révèle une lettre manuscrite rédigée par une habitante de la commune au musée départemental des Antiquités de Rouen, qui se demandait ce que pouvaient bien être ces vases : "[...] petites jarres trouvées dans des niches derrière un

agglomérat de plâtre et de cailloux"³⁰. Pour les autres édifices. Nous n'avons pu faire ces observations nous même, mais nous sommes appuyés sur les mentions trouvées. Par exemple, l'abbé Cochet dit, à propos du vase de Saint-Laurent-en-Caux, que : "Ce vase, placé à l'un des angles du clocher, était tout couvert du mortier qui l'enveloppa.". De même, dans le *Bull. de la Com. des antiquités de la S-I* (t. X, séance du 8 novembre 1895), on dit que les vases de Longroy étaient "broyés en grande partie par l'affaissement du blocage". A priori, ils étaient insérés dans le blocage, cela est bon à savoir. Mais ça ne nous dit pas s'ils y ont été insérés à l'origine, ou si des niches avaient été creusées dans une maçonnerie déjà existante. A Saint-Thomas du Mont-Saint-Aignan, les vases étaient insérés dans le bouchage des fenestrelles, c'est en tout cas ce que semble dire Cochet : "[Les vases] remplissaient les fenestrelles rebouchées de la nef et du chœur, retrouvés en 1842, lorsqu'on fit revivre les cintres romans du XII^e" (Cochet 1862, pp. 557-564). Les vases de Bosc-Bénard-Commin, d'après les articles de journaux trouvés au SRA, étaient encastrés dans le plâtre de la voûte lambrissée (COURRIER NEUBOURG PONT-AUDEMER 1988.; P.N. 1988.). Enfin, les vases de la voûte 17^e siècle de l'abbaye de Montivilliers semblent avoir été insérés au moment de la construction de la voûte, puisque les parements semblent avoir été taillés pour laisser passer l'embouchure, et que certaines nervures passent par dessus (cf. annexes). Le haut de la voûte est accessible par le clocher. Auparavant, il était possible de voir le mode d'implantation des vases mais cette partie a été couverte de mortier par la suite, cependant un sondage archéologique pourrait être possible. Pour les vases de Saumont-la-Poterie, en revanche, l'enduit présent à l'heure actuel nous empêche toutes observations. Il nous reste donc à aller voir les vases de Flancourt-Catelon et de Fort-Moville, mais aussi, à compléter les informations de Montivilliers par une analyse bâtie plus complète des deux voûtes.

- **Le contexte d'implantation** : nous voulions tenter de savoir à quelles occasions les vases avaient pu être implantés dans les édifices. Ainsi, nous savons de manière quasi certaine que les vases de la voûte 17^e de l'abbaye de Montivilliers ont été installés en 1648, lors de sa construction. De même, dans la voûte 12^e siècle de ce même édifice et à Fiquefleur-Equainville, les vases ont été implantés après coup dans une maçonnerie déjà existante, comme le prouve le creusement de niches et les différences de mortier (pour Fiquefleur-Equainville, une note manuscrite trouvée au SRA mentionne un mortier de couleur jaune,

³⁰ Cette lettre est conservée au Musée départemental des Antiquités de Rouen, avec d'autres documents concernant les vases acoustiques.

contemporain des vases, mais différent de reste de la maçonnerie³¹). A Belencombre, la date de 1742 inscrite sur un des vases et sur le mur dans lequel ils étaient insérés nous fait pencher pour une installation lors d'un remaniement architectural. Pour Flancourt-Catelon et Alvimare il doit aussi être question d'un remaniement architectural, puisque leur chœur, datés respectivement des 16^e et 17^e siècles, ne font partie du premier état de l'édifice. La datation du vase de Fry proposée par Cochet est la même que celle de la construction de l'église, nous pensons donc que l'installation des vases a pu se faire dès l'origine. Il en est de même pour le château du Genetay, puisqu'il apparaît, au vu des textes consultés (Duplessis 1740, t. 2, p. 297 ; Galloys 1723, p. 232 ; Vigneul-Marville 1725, t. 1, p. 263), que le commanditaire du château a, lui-même, commandé cette cour d'honneur très célèbre pour son écho (citée dans Diderot 1751-1772, article *écho*) (cf.4.2.1.2.) . A Fort-Moville aussi, il semblerait que l'implantation des vases date de la construction de l'église, puisque leur col affleure à la surface du parement. Ce type d'informations est, d'une manière générale, assez difficile à documenter sans une étude bâtie des églises avec vases en place. Pour tous les édifices réunissant ce critère, il faudra faire ce type d'étude. En revanche, pour les églises détruites, ou dont les vases ont été retirés, les seules mentions de dates de construction ou de remaniements ne suffisent pas. C'est pour cela que pour 12 édifices, nous ne pouvons faire aucune proposition, sans risque d'être complètement à côté.

- **Datation de l'implantation** : comme nous l'avons dit, les datations des édifices et des parties où sont installés les vases, ont pu être documentées pour tous les édifices, mais pas toujours très précisément. Par ailleurs, comme nous l'avons vu, il est difficile de définir le contexte d'implantation, et donc la date d'installation des vases, par rapport à la maçonnerie. Pour la plupart des édifices, nous n'avons pu proposer que des *termini post-quem*. Ceux-ci sont, pourtant, quasi certains, dans la mesure, où les informations récoltées ne sont pas erronées. Cependant, certains sont certainement bien antérieurs à la réalité, comme par exemple Saint-Thomas au Mont-au-Malades. Les vases ont été disposés dans le bouchage des fenestrelles romanes du second niveau de la nef et du chœur. Même si celles-ci sont datées du XII^e siècle, le bouchage n'est probablement pas de cette période, mais aucun élément ne nous permettant de proposer un *terminus* plus près de la réalité, nous sommes obligée de garder celui du XII^e siècle.

³¹ Note manuscrite trouvée dans le dossier de Fiquefleur-Equainville de la Carte archéologique et daté de 1988.

Voici le détail des datations :

- 4 installations après le XII^e siècle, déterminées grâce à des *termini post-quem* : Letteguives, Longroy, Mont-Saint-Aignan, vases de la croisée du transept de Blosseville-sur-Mer ;
- 1 installation au XIII^e siècle, déterminée grâce à la datation par Cochet du vases retiré : Saint-Laurent-en-Caux ;
- 1 installation au XIV^e siècle, déterminée grâce à la datation des vases par la base Palissy : Fiquefleur-Equainville ;
- 1 installation après le XV^e siècle, déterminée grâce au *terminus post-quem* de la construction de l'édifice : Caudebec-en-Caux ;
- 7 installations après le XVI^e siècle, déterminées par des *termini post-quem* (Flancourt-Catelon, Fort-Moville, Perruel, Rouen, Saumont-la-Poterie, Sotteville-lès-Rouen, vase de la nef de Blosseville-sur-Mer) et 2 au XVI^e siècle, grâce à la datation des vases par le Musée départemental des antiquités de Rouen (Fry, Montivilliers, voûte XII^e) ;
- 1 installation après le XVI^e ou le XVII^e siècle (plus probablement après le XVII^e siècle), déterminée grâce au *terminus post-quem* de la construction du clocher et du chœur : Alvimare ;
- 1 installation après la fin du XVII^e ou après le début du XVIII^e siècles, grâce au *terminus post-quem* de la construction de l'édifice : Bosc-Bénard-Commin ;
- 3 installations après XVIII^e siècle, déterminées par des *termini post-quem* : Contremoulins, Montivilliers (voûte XVII^e siècle), Saint-Martin-de-Boscherville.
- 1 installation au XVIII^e siècle, déterminée grâce à la date inscrite sur le vase, et le mur où il était inséré : Bellencombre.

Nous développerons ceci par la suite, mais nous pouvons d'ors et déjà dire que les dates sont assez récentes, avec une majorité d'installation opérées après le XVI^e siècle, et jusqu'après le milieu du XVIII^e siècle.

7.2.2.2. Les vases (base "céramologie")

Pour l'étude céramologique, nous disposons d'un corpus de vases assez intéressant, puisque certains ont été retirés et conservés, soit dans l'église elle-même, (Bosc-Bénard-Commin, Fiquefleur-Equainville), soit dans un musée (Musée départementale des Antiquités de Rouen). Voici l'inventaire actuel des vases déposés et identifiés :

- Bosc-Bénard-Commin : 23 vases conservés dans l'église
- Fiquefleur-Equainville : 3 vases conservés dans l'église
- Caudebec-en-Caux : 2 vases au Musée de Rouen
- Montivilliers : 2 vases au Musée de Rouen, et peut-être un autre à la bibliothèque de Montivilliers
- Sotteville-lès-Rouen : 1 vase et 1 fragment au Musée de Rouen
- Fry : 1 vase au Musée de Rouen
- Bellencombre : 1 vase au Musée de Rouen
- Saint-Laurent-en-Caux : 1 vase au Musée de Rouen
- Saint-Martin-de-Boscherville, Château du Genetay : 1 vase au Musée de Rouen
- Saint-Patrice : 1 vase en terre et un autre en verre au Musée de Rouen
- Longroy : 2 vases auraient été déposés au XIX^e siècle au trésor de la Cathédrale de Rouen (Bull. de la Com. des antiquités de Seine-Inférieure, t. X, séance du 8 novembre 1895.)

Ceci nous fait un corpus de 38 vases et un fragment pour 11 édifices. A l'heure actuelle, mis à part ceux de Longroy, tous les vases sont documentés, mais inégalement, certains n'ayant pas encore été manipulés, par faute de temps. Mais aussi parce qu'ils ne sont pas toujours identifiés. En effet, si les vases du Musée départemental des antiquités de Rouen sont tous inventoriés, leur provenance n'est pas toujours indiquée, ce qui est le cas pour les vases de Saint-Martin-de-Boscherville et de Saint-Patrice. De plus, l'identification par élimination est rendue difficile par le fait que d'autres vases dits "acoustiques" ont été déposés au XIX^e siècle sans aucune information pouvant nous renseigner sur leur provenance. Ainsi, le registre d'inventaire du XIX^e siècle mentionne 3 vases provenant de 2 édifices qui nous étaient inconnus : 1 vase provenant de Vattetot-sur-Mer (76), on ne sait pas de quel édifice exactement, et 2 vases de l'abbaye de Fervaques à Saint-Quentin, dont la localisation n'est pas encore précisée, à moins qu'il s'agisse de l'édifice picard. Or le listing de la conservation préventive mentionne 10 vases dont la seule information est qu'ils sont acoustiques. Un recollement entre le registre d'inventaire et le listing de conservation a été tenté avant nous, et nous l'avons entrepris à notre tour. L'identification par élimination des vases de Caudebec-en-Caux et de Saint-Patrice semble possible, en revanche pour les autres, il faudra, sans doute, nous contenter d'une analyse céramologique sans informations contextuelles.

Concernant les vases en place, il est tout de même possible d'obtenir un certain nombre d'informations, comme le diamètre à l'ouverture et la profondeur, à condition qu'ils soient

accessibles, comme c'est le cas à Saumont-la-Poterie, Montivilliers, Flancourt-Catelon et Fort-Moville.

Nous n'énumérerons pas tous les critères que nous avons pris en compte dans notre base de données, mais seulement les mieux renseignés, et dont l'analyse est susceptible d'apporter le plus d'informations possible pour le moment.

La datation des vases à partir de critères céramologiques nous a été impossible, compte tenu du temps à notre disposition cette année. En revanche, certains vases étaient bien documentés, et nous avons pu fournir quelques datations. Mais d'une manière générale, comme nous l'avons énoncé plus haut, ce sont les données architecturales et archéologiques qui nous ont permis de dater l'installation des vases et les vases eux-mêmes.

La hauteur totale des vases étudiés varie de 13 cm (n°inv sn AHE) à 45 cm (Bellencombre)³². Quant au diamètre, il varie de 11 cm (sn AHE) à 50 cm (Caudebec-en-Caux). La hauteur du col est assez constante, puisque la plus petite est de 3 cm (sn AHE), et la plus grande de 8 cm (n° inv 002). Il en est de même pour le diamètre du col, le plus petit étant de 2, cm (sn AHE) et le plus grand de 6,5 cm (N° id. 5262). Aucun des volumes, ni aucune des fréquences de résonance n'a, pour l'heure, été relevé.

Il est intéressant de noter que tous les vases étudiés sont des formes fermées, c'est-à-dire, que le diamètre du col n'excède pas celui de la panse. Il s'agit d'un point important, puisque ce rapport entre diamètre du col et diamètre de la panse, est un critère essentiel pour déterminer s'il s'agit ou non d'un résonateur de Helmholtz.

Pour ce qui est des typologies, il s'agit de céramiques à usage domestique, et chaque édifice présente un type particulier. En règle générale, dans les édifices où nous avons observé plusieurs vases, on a utilisé la même typologie (Bosc-Bénard-Commin, Fiquefleur-Equainville) (cf. annexes). En revanche, à Saint-Patrice, on a utilisé un vase en terre cuite et un vase en verre, ce qui ne veut pas dire que ces deux vases n'avaient pas la même typologie, c'est un point à vérifier. Nous n'avons pas remarqué de traces significatives d'usure qui pourraient nous dire que les vases ont été utilisés avant qu'on leur attribue une fonction acoustique. Selon les conseils d'Elisabeth Lecler-Huby, céramologue à l'INRAP Haute-Normandie, nous avons cherché à savoir s'il s'agissait de ratés. Nous avons remarqué que souvent, les finitions sont imparfaites (Bosc-Bénard-Commin), et parfois la facture est nettement grossière (n°inv sn AIG).

³² Pour les illustrations de ces vases, cf. annexes.

7.2.3. Forces et limites de ce corpus

Le protocole de recherche de cette présence étude a été compliqué par le fait que toutes les observations archéologiques et architecturales n'ont pas été possibles. D'une, part, nous l'avons dit, parce que, d'un point de vue pratique, nous n'avons pu visiter que la moitié des églises encore en élévation. Ce sont celles de Bosc-Bénard-Commin, Caudebec-en-Caux, Fiquefleur-Equainville, Montivilliers, Saint-Thomas au Mont-Saint-Aignan, Perruel, Saint-Patrice à Rouen, Saint-Laurent-de-Brèvedent et Saumont-la-Poterie. Nous n'avons pas encore le permis de conduire, il était donc difficile de coordonner la disponibilité de la personne nous accompagnant et celle de la personne qui pouvait nous ouvrir l'église, puisque à part Caudebec-en-Caux, aucun édifice n'est visitable librement. De plus il fallait pouvoir regrouper un certain nombre de visites dans une même journée, puisque les églises étaient à une distance moyenne de notre domicile de 150 km. Tous ces facteurs ne nous ont donc pas permis de présenter, à l'heure actuelle, toutes les observations *in situ* souhaitées. Il est prévu de terminer ces phases d'observations durant la thèse, mais aussi de récupérer les mesures acoustiques et géométriques (volume et hauteur) des églises déjà visitées et le permettant, ce que nous n'avons pu faire, puisque, pour des raisons pratiques toujours, nous n'avons récupéré le matériel de mesure (perche, micro et distancemètre) que très récemment. Bien que nous ne puissions présenter ces mesures essentiels à la problématique de cette recherche pour le présent mémoire, nous nous sommes engagée auprès de l'ACI à fournir ces informations. D'autre part, certaines données nous font défaut, comme le nombre de vases à mettre en rapport avec le volume, leur mode d'implantation (à la place d'une pierre, etc.), leur disposition (en ligne, en triangle...) ou encore leur hauteur de mise en place, puisque le dispositif a été retiré. Les étapes de construction et les datations des parties des édifices contenant les vases n'ont pas toujours pu être précisément connues. C'est pour cette raison, par exemple, que nous n'avons pu proposer parfois que des *terminus ante et post-quem* en guise de datation. Cependant, à ce stade de la recherche, nous pensons pouvoir tout de même arriver à quelques conclusions, ou du moins, à ouvrir d'autres perspectives de recherche plus précises.

7.3. Les données historiques

L'étude des édifices et des vases acoustiques ne pouvait se contenter d'observations archéologiques et architecturales. Il était important de connaître le contexte historique de

chaque édifice afin de récolter des informations supplémentaires sur les motivations et les facteurs qui ont pu influencer sur les décisions relatives à leur construction et différents aménagements.

7.3.1. Le protocole de recherche

Ainsi, nous avons constitué une cinquième base de données nommée « Données historiques générales » dont les critères sont les suivants :

- Date de fondation de l'édifice
- Première mention
- Fin d'utilisation
- Diocèse
- Archidiaconé
- Doyenné
- Paroisse
- Statut
- Ordre
- Edifice dépendant de ... (seigneur, autre établissement religieux, etc.)
- Dépendance(s) de l'édifice
- Usagers
- Richesse de la paroisse

Nous souhaitons ainsi voir si le statut avait une influence sur la manière d'utiliser les vases. L'ordre, également peut-être important, même si nous ne savons pas toujours dans quelle mesure (par exemple, lorsque une église paroissiale dépend d'une abbaye). La prise en compte des diocèses, des archidiaconés et des doyennés, ainsi que la connaissance des propriétaires est utile pour observer ou non d'éventuelles zones de concentration et de potentielles particularités territoriales. Enfin, déterminer quels sont les usagers et l'importance de la paroisse ou de l'établissement religieux, pourra nous donner un aperçu de la valeur d'un tel dispositif, si l'usage est courant, ou s'il est réservé à une certaine catégorie de population.

7.3.2. Présentation général du corpus des données historiques

Contrairement aux données archéologiques et architecturales, ici, presque tous les édifices ont pu être documentés comme nous le souhaitions.

- **La répartition géographique** : une majorité des édifices font partie du diocèse de Rouen, deux font partie du diocèse de Lisieux, les églises de Fiquefleur-Equainville et de Fort-Moville, et 2 font partie d'exemptions : l'abbaye de Montivilliers était exemptée, et Sotteville-lès-Rouen faisait partie de l'exemption de Saint-Cande-le-Vieux. 7 édifices appartenaient à l'archidiaconé de Rouen. Les archidiaconés du Petit-Caux, Pont-Audemer, d'Eu et du Vexin-Normand sont également représentés par 2 édifices chacun, sauf le Grand-Caux qui compte 3 édifices. Enfin, les exemptions de Montivilliers et de Saint-Cande-le-Vieux sont représentés par 1 édifice chacun. Pour la répartition dans les doyennés, il y a presque un édifice par doyenné. L'étude de la concentration géographique et institutionnelle montre donc, qu'à l'échelle du diocèse et de l'archidiaconé, Rouen qui est le plus représenté. Cela ne veut pas dire, cependant, que nous soyons en présence d'une zone géographique stratégique, puisque nous n'avons que très peu d'édifices, et que le diocèse et l'archidiaconé de Rouen étaient relativement étendus.
- **Le statut des édifices** : sur les 20 édifices religieux qui composent notre corpus, seulement 2 sont monastiques, l'abbaye de Montivilliers et la priorale Saint-Thomas du Mont-Saint-Aignan. Montivilliers pourrait être considéré comme un cas à part, puisque l'édifice était partagé entre vocation monastique et paroissiale. Cependant, les vases étaient placés dans la partie conventuelle, séparée par un mur de clôture de la partie paroissiale.
- **Les ordres** : l'abbaye de Montivilliers était une abbaye de bénédictines, tandis que la priorale de Saint-Thomas au Mont-Saint-Aignan était tenue par des chanoines réguliers de saint Augustin. Les églises paroissiales, au nombre de 10, qui dépendaient d'établissements religieux, étaient toutes sous la dépendance de communautés bénédictines.
- **Les patronages** : une majorité d'édifices, 16 sur 20, étaient patronnés par des établissements religieux, monastiques ou épiscopaux. Nous n'observons pas spécialement

de récurrence parmi dans les patronages des édifices de notre corpus, mis à part l'abbaye de Saint-Ouen qui patronne 4 édifices : Bosc-Bénard-Commin, Contremoulins, Fiquefleur-Equainville et Saint-Laurent-en-Caux.

- **Les commanditaires** : nous n'avons trouvé d'informations sur les commanditaires intéressant notre sujet, que pour 2 édifices : l'abbaye de Montivilliers et le Château du Genetay à Saint-Martin-de-Boscherville. Nous sommes presque sûre que ces maîtres d'ouvrage des parties où ont été installés les vases, ont aussi souhaité cette installation. A Montivilliers, comme nous l'avons dit plus haut, il semble que les vases de la voûte 17^e aient été installés lors de sa construction. Au Genetay, la cour du château était réputée pour son écho, dont d'ailleurs le propriétaire se vantait, en refusant de révéler ses secrets de construction. Il est donc plausible qu'il ait lui-même fait commande de ce dispositif.

- **Les usagers et la taille de la paroisse** : comme nous l'avons dit, seulement 2 édifices étaient à vocation monastiques, les autres étant paroissiaux. Nous le savions, les vases étaient donc utilisés par les deux communautés, seulement, nous ne pouvons savoir dans quelles proportions. Nous avons réservé un champ consacré à l'importance des paroisses, en prenant en compte le nombre d'habitants et ce quelle valait. Nos connaissances se révélant, pour l'instant, insuffisantes, nous ne savons pas comment interpréter « la paroisse valait x livres », comme le précise souvent Cochet, et les valeurs des décimes mentionnées par les pouillés. De la même façon, la démographie de chaque paroisse est soit, mentionnée en habitants, soit en feux. On peut cependant, considérer sans trop d'erreurs, qu'un feu comprenait 5 personnes environ. Mais le problème réside surtout dans le fait que ces informations, pour chaque paroisse, ne valent pas pour une même période, la comparaison entre les paroisses serait donc biaisée. Par ailleurs cette estimation de la démographie et de la richesse d'une communauté de laïcs, ne concerne pas toujours la période d'installation des vases. Nous pensons, que si estimation il peut y avoir, elle ne pourra ce faire qu'en fonction de la superficie de l'église.

7.3.3. Forces et limites de ce corpus

Presque tous les critères ont pu être documentés, seulement, comme l'illustre le dernier, les informations ne sont pas toujours exploitables. Il nous faut cibler certaines informations et varier les sources. Comme nous prévoyions de le faire, un recherche dans les archives et les

comptes de construction serait la plus à même de nous fournir les renseignements que nous cherchons.

7.4. Les vases acoustiques en Normandie essai de synthèse régionale

7.4.1. Commentaire méthodologique sur les forces et les limites de la documentation et du corpus

Nous n'avons pas pu récolter toutes les informations voulues, soit parce qu'elles sont inexistantes (données historiques), soit parce qu'elles sont perdues (archives / destruction des églises, dispositifs, vases), soit parce qu'elles sont inaccessibles (vases en place recouverts d'enduits etc.). Mais aussi parce que compte tenu du temps à notre disposition et de la largeur du champ d'études embrassé (sources, données historiques, données archéologiques et céramologiques...) il était difficile de tout réaliser de façon systématique. Pour l'heure, cela pose quelques problèmes, surtout en ce qui concerne les datations, puisque très peu sont précises. Par ailleurs, il faudra faire attention à ne pas biaiser les statistiques, car sur les 21 édifices tous les critères ne pourront être pris en compte. Notre étude se base sur les sources textuelles, historiques, archéologiques et céramologiques, elles sont complémentaires mais elles ne sont pas réunies pour tous les cas. L'important était donc de faire un bilan pour chaque édifice, et essayer tout de même de discerner quelques invariants.

7.4.2. Analyse et synthèse des corpus architecturaux, archéologiques et historiques

Au vu des informations récoltées que nous avons exposées ci-dessus, nous allons essayer de voir si certaines tendances se dégagent.

7.4.2.1. Les datations d'installation des vases

Lorsque nous avons commencé notre recherche, la période d'utilisation des vases s'étendait du XI^e au XVII^e siècle. Nous avons élargi cette période d'un siècle, puisque les vases de Bellencombre semblent avoir été insérés au XVIII^e siècle. D'après notre corpus, la période d'utilisation de vases acoustiques en Haute-Normandie, semble s'étendre du XII^e au XVIII^e siècle, les exemples de la Renaissance et de l'époque moderne étant les plus nombreux, puisque 9 édifices sur 21 ont été équipés de

vases acoustiques autour du XVI^e siècle, six édifices après le XVII^e siècle et un édifice après le XVIII^e siècle. Comme le constataient Victor Desarnaulds et Romain Rebeix, cette période semble correspondre à la Contre-Réforme et aux périodes de prospérité qui marquèrent l'époque moderne et la fin des guerres de Religion. Pour de plus amples informations, il faudra nous tourner vers les sources. Pour être certaine d'un usage particulier des vases acoustiques à la Contre-Réforme et aux périodes suivantes, nous devons voir dans un premier temps si les temples protestants n'en étaient pas pourvus eux aussi, et étudier plus en profondeur, l'évolution de la liturgie catholique à cette époque. Il serait intéressant, également, d'essayer de connaître la période d'apparition et de disparition des vases. Nous pourrions peut-être mieux connaître la première lors de l'étude de l'origine de cette pratique, que nous souhaitons faire durant la thèse.

7.4.2.2. Les techniques (édifices et vases)

Les vases ont été utilisés aussi bien dans de petites églises paroissiales, que dans de grandes abbayes. Il est, en effet, intéressant de noter que les vases sont utilisés dans des édifices qui n'ont pas du tout les mêmes propriétés acoustiques. Parfois, l'espace est très réduit, comme dans la chapelle de la Sainte-Vierge de Caudebec-en-Caux. En effet, les petites églises paroissiales à un vaisseau ne présentent pas les mêmes caractéristiques acoustiques que les édifices plus grands. Nous en avons fait nous même l'expérience lors de nos visites. Le temps de réverbération, par exemple, est beaucoup plus court à Fiquefleur-Equainville qu'à Montivilliers. Pour que cette remarque pourra être mieux exploitées, quand confronterons cette information avec le volume, le nombre de vases utilisés, et leur niveau de mise en place. Malheureusement, pour le moment, ces dernières données nous font encore défaut. De même, les vases ont été utilisés de la même façon, dans les édifices à voûtes appareillées, que dans les édifices à couverture de bois, nous pouvons même dire que ces derniers sont majoritaires. Nous avons aussi remarqué que tous les édifices étaient voûtés, soit de pierre, soit de bois, soit de plâtre. Il est probable qu'il s'agisse plutôt d'une tradition architecturale commune aux édifices religieux, que d'un paramètre qui aurait pu conditionner l'utilisation de vases acoustiques. Néanmoins, il est important de le souligner. Nous avons aussi été tentée de mettre en

rapport les matériaux de couverture (bois ou pierre) avec le niveau de mise en place des vases (murs ou voûtes). Nous n'en sommes pas sûre pour le moment, mais nous avons une plus forte proportion de vases installés dans les murs, quand les voûtes sont de bois. Lorsque les voûtes sont de pierre, on retrouve souvent les vases insérés dans celles-ci. Nous ne nous permettrons pas de faire de conclusions pour le moment, mais c'est un point à observer. Sur cette question, il ne faut pas omettre la cour d'honneur du château du Genetay qui était à l'ait libre.

Concernant le mode et le contexte d'installation, nous n'avons que trop peu de données pour pouvoir avancer quelques hypothèses. Mais pour les édifices documentés, nous avons retrouvés tous les cas de figures, installation dès l'origine de l'édifice (château du Genetay, probablement Bosc-Bénard-Commin), ajout de vases à une maçonnerie existante (Montivilliers, voûte 12e, Fiquefleur-Equainville), mise en place des vases lors d'un remaniement architectural (Montivilliers, voûte 17^e). Pour ce qui est de la disposition (en ligne, en triangle...) des vases, nous n'avons rien de très marquant.

Concernant les règles d'implantation et les techniques, le cas de Montivilliers est très intéressant car deux séries de vases acoustiques ont été installés à un siècle d'intervalle. Les premiers, au XVI^e siècle, ont été insérés dans la maçonnerie de la voûte 12^e, entre les nervures (cf. annexes). Les seconds ont été installés en même temps que la voûte 17^e. Le guide qui nous a fait une visite de l'édifice, nous a parlé de l'usage des vases pour le chant des moniales "les voix montaient le long des piliers et étaient ensuite répercutées par les vases placés à la naissances des nervures de la voûte. Celle-ci [la voûte 17^e] avait été construite pour des raisons acoustiques, car l'ancienne ne répondait pas aux attentes des moniales". Nous lui avons demandé quelles étaient les sources, mais il n'a pas pu nous répondre précisément. Il nous a cependant donné une référence qui devrait être intéressante : Lefebvre Lucien, Musset Lucien, *Montivilliers, histoire d'une ville et de son abbaye : 950^e anniversaire*, Montivilliers, AMPAC, 1985. Nous devons donc consulter les monographies de cette abbaye pour pouvoir nous faire une première idée. Par ailleurs, nous savons qu'il existe un recueil d'archives relatives à l'abbaye : Bain Jehan, *Histoire et description de l'abbaye de Montivilliers en Normandie*, (1612) et *Registre journalier des choses mémorables arrivées en l'abbaye de Monstievillier (1601-1660)*, dont des extraits ont été publiés dans le Bulletin paroissiale de Saint-Sauveur de Montivilliers (n° du 1 juillet 1906). Si, effectivement, ce sont des considérations acoustiques qui ont présidé

à la construction de la seconde voûte, où il y a des vases, rappelons le, nous devrions avoir beaucoup d'informations qui intéressent notre sujet. Mais étant donné qu'il y a deux « phases » de vases acoustiques, on peut sérieusement se dire que les moniales savaient ce qu'elles faisaient, et que l'emploi de tel dispositif acoustique n'était pas quelque chose de ponctuel, mais bien une pratique installée.

Comme nous l'indiquions en 7.2.2.2., les vases sont des céramiques à usage domestique, et réutilisés par la suite à des fins acoustiques. Nous n'avons pas encore pu étudier tous les vases à notre disposition, mais les conclusions que nous pouvons faire à l'heure actuelle concordent avec celles des auteurs précédents (Abbé Floriot, Jean-Marc Fontaine).

Cependant, une chose nous a interpellée. D'une part, les vases de l'abbaye de Montivilliers datés du XVI^e siècle et utilisés dans la voûte 12^e, mise à part leur panse plus arrondie, sont très proches des vases utilisés plus tard dans la voûte 17^e (cf. annexes). D'autre part, six vases du Musée de Rouen ont exactement la même typologie que ceux de l'abbaye de Montivilliers. Or, à notre connaissance, seuls 3 vases ont été retirés de cet édifice, 2 d'entre eux sont clairement identifiés au musée de Rouen. Il s'agit d'un vase retiré de la voûte 17^e qui porte le n° d'identifiant 5262, et d'un vase retiré de la voûte 12^e, enregistré sous le n° d'identifiant 8518. Le troisième, daté du XVII^e siècle serait conservé à la bibliothèque de Montivilliers. Les six vases que nous avons étudiés sont conservés au Musée de Rouen, mais leur provenance est inconnue (cf. annexes). Dans un premier temps, nous souhaitions savoir qu'elle était la typologie exacte de ces vases non identifiés et des vases de Montivilliers. Une mention du Musée de Rouen parle de petites amphores modernes servant au *commerce d'olives* avec l'Espagne et l'Italie. Nous avons demandé conseil à Elisabeth Lecler-Huby, qui n'a pas encore pu nous donner son avis sur la question. Nous devons continuer les recherches, et surtout, essayer de savoir d'où ces six vases viennent. Pour l'heure, rien ne nous permet d'affirmer quoi que ce soit, cependant cette récurrence dans la typologie des vases choisis a de quoi soulever beaucoup de questions

7.4.2.3. Usagers et fonctions

Bien que notre corpus ne soit pas représentatif de la proportion réelle d'édifices paroissiaux et monastiques, nous constatons que tous les types d'édifices religieux sont représentés, qu'il s'agisse d'églises paroissiales de petites surfaces, d'édifices moyens ou de grandes abbayes, ou encore d'églises modestes (Contremoulins), ou plus riches (Saint-Patrice). On peut donc penser que les vases étaient d'un usage assez courant en Normandie. Il faudra cependant vérifier cela par le choix de critères plus précis, et une meilleure connaissance de l'histoire de ces édifices.

On remarque une grande majorité de vases dans le chœur, soit à la croisée du transept, soit dans le sanctuaire. Il est communément admis, que la croisée est dévolue au chant. Cependant, il peut arriver que l'autel majeur soit placé à cet endroit. Nous n'avons pas pu savoir exactement quelle était la fonction précise de ces parties du chœur pour les édifices de notre corpus, mais c'est un point que nous devons renseigner. A Fort-Moville, il semblerait que certains vases aient été placés dans le sanctuaire. Dans ce cas, on peut penser qu'ils étaient sensés aider la voix de l'officiant pendant la célébration de l'Eucharistie, par exemple, puisque jusqu'au Concile de Vatican II, celle-ci se faisait dos au peuple, et face au mur oriental de l'abside. Pour les édifices monastiques (Montivilliers et Saint-Thomas au Mont-Saint-Aignan), il semble que les vases étaient utilisés pour le chant. A Saint-Thomas, les vases occupent tout l'espace du chœur et de la nef. Il semble probable que les vases étaient sensés être stimulés par toute la communauté. A Montivilliers, les vases sont à la croisée du transept (cf. annexes), dans la partie monastique. Compte tenu du statut monastique de l'église, et de son agencement, sans parler des témoignages, puisqu'ils ne sont pas vraiment fiables, on peut, sans beaucoup de doutes, affirmer que les moniales chantaient à cet endroit. Deux édifices paroissiaux présentent des vases dans la nef. Saumont-la-Poterie, dont la majorité de ses vases sont dans les dernières travées, et Blosseville-sur-Mer. Ce dernier cas est plus spécifique, puisqu'il n'y a qu'un vase dans le mur occidental de la nef, les autres étant tous dans la croisée du transept. A Saumont-la-Poterie, nous ne savons pas vraiment pourquoi les vases sont si avancés dans la nef, et pourquoi ils sont seulement localisés dans les dernières travées. Aucun aménagement, dans l'église ne peut nous renseigner pour l'instant. Pour Blosseville-sur-Mer, il nous faut nous rendre sur place avant de proposer une quelconque hypothèse.

D'une manière générale, toutefois, les vases sont en majorité dans le chœur et à la croisée du transept. Etant donné les témoignages écrits que nous avons des vases, et ce que

nous savons de la liturgie (Reveyron, Guillaume Durand, Abbaye du Bec, en 6.2.2.), nous pensons pouvoir dire qu'ils étaient utilisés pour la liturgie chantée.

Les vases acoustiques ont été utilisés par le clergé régulier et par le clergé séculier, que celui-ci soit modeste, ou assez riche. Mais ils ont aussi été utilisés par des laïcs, soit pour une utilisation religieuse, soit pour une utilisation civile. A Caudebec-en-Caux, par exemple, la chapelle de la Sainte-Vierge, où 6 vases acoustiques ont été trouvés à la fin du XIX^e siècle, était le siège de la frairie Notre-Dame, frairie importante qui existait depuis 1430 et à laquelle participaient tous les notables de la ville. Elle avait son propre chapelain, qui avait la charge quotidienne de la prière du matin et de la messe. L'église actuelle de Caudebec date du XV^e siècle, et la chapelle de la Sainte-Vierge a été construite entre 1450 et 1484, la frairie existait déjà. On peut donc penser que les vases acoustiques ont été installés pour son usage, et peut-être même à l'initiative de la frairie elle-même. La chapelle est relativement petite, et à première vue, il ne devrait pas y avoir de problème majeur de propagation du son. Nous ne savons pas pourquoi de tels vases y ont été installés. Peut-être voulait-on changer un paramètre acoustique que nous ne pouvons déterminer. Peut-être a-t-on cherché à amplifier le son, comme c'est le cas dans d'autres cas de figures. Si tel est le cas, la raison n'était pas forcément de mieux faire entendre l'officiant aux membres de la frairie, mais de se faire entendre au plus de monde possible. On peut aussi penser qu'il peut s'agir d'ostentation, comme cela semble être le cas au Château du Genetay. Bien qu'il soit nécessaire de confronter plusieurs hypothèses, pour l'instant, rien ne nous permet de connaître la raison d'un tel emploi.

Le château du Genetay a été construit à Saint-Martin-de-Boscherville, dans la première moitié du XVII^e siècle par M. de Lilly, président du bureau des finances à Rouen. Nous avons trouvé beaucoup de témoignages des XVII^e et XVIII^e siècle, qui parlent du l'écho de la cour d'honneur du château (Duplessis 1740, t. 2, p. 297 ; Galloys 1723, p. 232 ; Vigneul-Marville 1725, t. 1, p. 263),

« Dans les mémoires de l'académie des Sciences de Paris, pour l'année 1692 [Galloys 1723], il est fait mention d'un écho qui a cela de particulier, que la personne qui chante n'entend point la répétition de l'écho, mais seulement sa voix; au contraire ceux qui écoutent n'entendent que la répétition de l'écho, mais avec des variations surprenantes, car l'écho semble tantôt s'approcher, & tantôt s'éloigner: quelquefois on [p. 264] entend la voix très - distinctement, & d'autres fois on ne l'entend presque plus: l'un n'entend qu'une seule voix, & l'autre plusieurs: l'un entend l'écho à droite, & l'autre à gauche: enfin, selon les différens

endroits où sont placés ceux qui écoutent & celui qui chante, l'on entend l'écho d'une manière différente.

La plupart de ceux qui ont entendu cet écho, s'imaginent qu'il y a des voûtes ou des cavités souterraines qui causent ces différens effets; mais la véritable cause de tous ces effets, est la figure du lieu où cet écho se fait.

*C'est une grande cour située au - devant d'une maison de plaisance appelée Genetai, à six ou sept cents pas de l'abbaye de saint Georges auprès de Roüen. Cette cour est un peu plus longue que large, terminée dans le fond par la face du corps - de - logis, & de tous les autres côtés environnée de murs en forme de demi - cercle, comme l'on verra dans la fig. 27. Pl. phys. qui ne représente qu'une partie de la cour, le reste ne servant de rien au sujet dont il s'agit. »(cf.. annexes) (Diderot 1751-1772, article *Echo*).*

A l'époque certains pensaient à des « voûtes » ou « cavités » (cela fait penser aux vases), tandis que d'autres optent pour la configuration des lieux (Dom Quesnet cité par Galloys en 1723). Plus tard, Cochet imputa cet incroyable écho aux vases acoustiques, qui seront découverts dans l'épaisseur du mur de clôture, lors de sa destruction. Ce qui est étrange, c'est qu'aucun auteur contemporain de l'écho n'ai parlé de ces vases, alors qu'ils étaient censés être visibles.

Une autre chose est très importante pour nous. M. de Lilly semblait très fier de cet écho, puisque lorsqu'on lui demandait son secret, il refusait de le dévoiler. Ceci pourrait nous prouver que, cette fois-ci, les vases ont été utilisés dans une volonté d'ostentation. Par ailleurs, il consent à dire que son ingénieux secret lui vient d'Italie. Ce n'est pas suffisant pour parler de l'origine des vases, puisque nous sommes ici au XVII^e siècle, mais nous devons prendre en compte cette information.

Bilan de l'étude de terrain en Haute-Normandie

Grâce à cette étude, nous avons pu voir que les vases étaient utilisés, non seulement dans les églises cossues, mais également dans les petites églises paroissiales. Entre ces différents cas de figures, un grand nombre de paramètres changent. D'une part, le volume de l'édifice n'est pas le même. Pour cette raison, on peut penser que le nombre de vase sera différents d'un édifice à l'autre, mais par manque de données, nous ne pouvons répondre à cette interrogation. D'autre part, les caractéristiques acoustiques inhérentes à chaque édifice, sont, elles aussi dissemblables, par le volume, encore une fois, mais aussi par les matériaux utilisés (voûtes de bois ou bien appareillées). Or, on utilise tout de même ces vases. Mais si leur fonction première était d'amplifier la voix, on peut comprendre qu'ils aient été utilisés aussi dans des édifices relativement petits, mais où la superficie dépasse tout de même les 200 m².

Quant à leur localisation au sein de l'édifice, leur présence récurrente dans le chœur et à la croisée du transept, laisse penser à une utilisation en relation avec le chant. Pour cette raison, même dans une église où leur utilisation n'était par forcément utile (si on entendait bien l'officiant et si le temps de réverbération était correcte pour la parole et le chant...), on a pu les utiliser dans une optique symbolique, puisqu'on les a vu, le chant est un médium de grande valeur pour les religieux. Toujours en rapport avec le chant, nous savons qu'un temps de réverbération suffisamment long, permet un rendu esthétique meilleur, nous devons noter ici, que pour les petites églises paroissiales, enduites et couvertes de bois, celui-là, n'est peut être pas adéquate. Ce n'est qu'une hypothèse, mais ce pourrait être un piste de recherche à suivre.

La question de la localisation, nous a aussi confortée dans l'idée que les vases étaient destinés à être stimulés par l'officiant, et il ne faut pas oublier le cas de vases dans le sanctuaire. Pour l'instant nous n'avons qu'un exemple avéré (Fort-Moville), mais encore très peu documenté, cependant, il peut s'agir aussi d'une bonne piste de réflexion. Pour les deux édifices paroissiaux (Saumont-la-Poterie et Blosseville-sur-Mer) qui ont des vases dans la nef, nous ne pouvons proposer aucune hypothèse.

Nous n'avons pas encore remarqué une utilisation des vases acoustiques réservée à une communauté particulière. Au contraire au vu de notre corpus, mais aussi de l'inventaire de l'ACI de Poitiers, les vases semblent avoir été utilisés aussi bien par le clergé régulier que séculier, mais différemment, comme tend à la prouver l'étude de la localisation. Au sujet du

premier, pour l'instant, nous n'avons pas assez d'informations pour savoir si un ordre en particulier utilisait les vases. Nous avons une majorité d'édifice bénédictins, mais cela est peut-être du à notre corpus, et non à la réalité.

Par ailleurs, les utilisations laïques existent aussi. Henigfeld et Werlé, en 2002, avaient mentionné, dans un article d'*Archéologie médiévale*, le cas de maisons à Strasbourg. Sans être sur de leur fonction acoustique, c'était déjà un bon début. Au château du Genetay, Cochet (COCHET (BULL. COM. ANT. S.-I.) 1868) et d'autres auteurs postérieurs s'accordent à dire que ces vases étaient acoustiques. Il se peut qu'il y ait eu confusions, mais, *a priori*, nous pensons pouvoir leur faire confiance. Toujours est-il que cet exemple est très intéressant, puisque ici, il s'agit d'ostentation. Le propriétaire a voulu briller grâce à l'écho remarquable de sa cour, et par ses connaissances "secrètes" en acoustique.

Tous ces exemples d'usagers, nous laisse penser que l'utilisation était peut-être plus courante qu'on ne le croit.

Concernant les usagers, encore une fois, il nous faut savoir qui était à l'initiative de ces installations. Nous n'avons pas encore beaucoup d'informations, et ce devrait être les comptes de fabriques qui devraient pouvoir nous renseigner le plus.

Au sujet des datations, nous avons beaucoup d'exemples situés entre les 16^e et 17^e siècles. Nous ne pouvons dire si les périodes antérieures sont moins représentées parce qu'on utilisait moins les vases, ou tout simplement parce que les dispositifs et les églises ont été détruits. En tout cas, la piste d'une recrudescence d'utilisation durant la période de la Contre-Réforme et moderne est à explorer, puisque Romain Rebeix et Victor Desarnaulds l'ont aussi constaté.

Enfin l'étude céramologique s'est révélée intéressante, puisque nous avons constaté que des vases de même typologie avait peut-être été utilisés dans des édifices différents, même si cela reste à confirmer. Nous souhaitons pour cela étudier plus particulièrement l'abbaye de Montivilliers, puisqu'il s'agit de la typologie utilisée dans cet édifice, mais aussi parce que, par bien des points, ce cas se révèle très intéressant. D'une part, c'est un édifice qui doit être bien documenté, et d'autre part, cette question de typologie, mais surtout le fait que deux utilisations de vases acoustiques ont été constatées.

8 . Perspectives pour la thèse

Il apparaît qu'il sera nécessaire de poursuivre et d'approfondir l'enquête au-delà du mémoire de master. Il est déjà possible de mentionner certains points à développer par la suite.

Premièrement, notre corpus actuel de données présente plusieurs limites pour apporter des éléments d'explications un tant soit peu assurés ; sur les 21 édifices tous les critères ne peuvent pris en compte ce qui affaiblit la portée des résultats du point de vue statistique. Ces limites concernent :

- Le nombre de 21 édifices demeure encore faible, et il serait nécessaire de l'élargir ;
- La documentation que nous avons pu mobilisée est elle aussi encore insuffisante ou lacunaire : toutes les données n'ont pas toujours pu être collectées pour chaque édifice, soit parce qu'elles n'étaient pas directement accessibles et demandent une investigation plus poussée (données historiques), soit parce qu'elles ont été définitivement perdues (destruction des archives/destruction des églises ou du dispositif/vases perdus), soit enfin parce qu'elles sont inaccessibles sur le terrain (vases en place mais recouverts d'enduits, etc.). Cet état de fait pose de nombreux problèmes, surtout en ce qui concerne la comparaison des dispositifs et les chronologies. Pour certains cas, nous n'avons pu proposer que des *terminus post quem* ;
- L'hétérogénéité du corpus des édifices et des données céramologiques. Le corpus actuel des édifices présente en effet une grande diversité du point de vue chronologique et du point de vue du statut. Il y a ainsi une majorité d'édifices paroissiaux pour peu d'édifices monastiques. Il convient donc d'approfondir cette question du statut à partir d'un échantillonnage moins aléatoire afin de déterminer si le statut et ce qu'il induit pour les besoins liturgiques, est un facteur discriminant dans la manière d'utiliser les vases acoustiques. Il est important de pouvoir suivre l'évolution de cette pratique au cours des siècles. Mais il est également nécessaire d'avoir une vision assez claire de celle-ci à une période donnée, or les disparités chronologiques sont pour l'instant trop importantes en ce qui concerne le corpus des édifices et les données céramologiques pour pouvoir avoir une idée précise de la question.

L'important, au stade du master était de faire un bilan pour chaque édifice et d'avoir une première vision générale de cette pratique acoustique en Haute-Normandie.

Les données historiques, archéologiques et céramologiques doivent être confrontées, mais les conditions de leur confrontation ne sont pas encore réunies.

Notre projet de thèse vise à partir de ces synthèses et premières pistes réalisées dans le cadre du master, pour élaborer un protocole de recherche plus précis et appliqué à un corpus documentaire plus homogène afin de mieux cerner les caractéristiques de cet usage. En résumé, nous voudrions pouvoir approfondir l'étude des vases acoustiques dans les édifices de culte de Haute-Normandie afin d'avoir une idée précise de cette pratique à l'échelle d'une région, puis de confronter la situation normande au reste de l'espace européen, ce que nous aurions aimé faire ici, d'abord à l'échelle nationale. Ceci pourrait être possible dans la mesure où une base de données recensant les vases acoustiques à travers le monde a déjà été constituée par l'ACI de Poitiers et qu'une thèse sur le sujet a été récemment soutenue en Allemagne. A travers cet axe de recherche, nous pourrions aussi aborder la question de la transmission des savoirs et des techniques.

Nous souhaiterions également poursuivre la recherche en archives, et dans les traités de musique et de physique. Comme nous l'avons exposé plus haut, toutes les pistes n'ont pas été exploitées. Par manque de temps, nous n'avons pu consulter les archives relatives aux édifices contenant des vases acoustiques. Or la recherche en archives est essentielle dans la mesure où de précieux indices peuvent être recueillis. Ces documents peuvent nous renseigner sur les raisons qui ont motivé la mise en place des vases et pourquoi on a cherché à corriger l'acoustique à un moment donné. On pourrait ainsi trouver des explications exprimées par les contemporains pour justifier le choix d'un dispositif acoustique, ce qui pourrait permettre de mieux comprendre ce qui était attendu de cette mise en œuvre. Il faudra aussi distinguer les différents cas de figure : ceux où les vases sont installés dès l'origine dans l'édifice de ceux où les vases ont été insérés postérieurement. Dans le premier cas, leur présence indiquerait une prise en compte dans la conception du projet architectural, même s'il conviendra de déterminer leur rôle précis. Dans le second cas, il a pu s'agir de corriger l'acoustique de la salle ou de l'adapter à une évolution liturgique. A défaut de trouver des explications, on pourra aussi trouver des éléments techniques qui pourraient nous renseigner sur de potentielles règles d'implantation, sur les critères retenus pour choisir tel ou tel types de vases (en complément des données céramologiques), voire sur les centres de production ou de commercialisation de ceux-ci. Si les sources le permettent, on pourra peut-être mettre en relation la mise en œuvre du dispositif acoustique avec les pratiques liturgiques, musicales et les aménagements intérieurs de l'époque. Les précieuses informations que nous avons trouvées chez Mersenne nous confortent dans l'idée qu'il faut continuer à explorer les traités

de musique de la Renaissance, comme celui de Kircher, un contemporain de Mersenne, mais aussi les traités antiques et médiévaux qui existent. Les traités de physique contemporains de Mersenne, comme celui de Descartes, qui parle lui aussi d'acoustique, pourraient être utiles pour compléter ce corpus de textes.

La question de la transmission des savoirs et des techniques, la diffusion des modes ou des pratiques liturgiques relèvent d'un autre point important à explorer, puisqu'on constate qu'il y a des vases acoustiques partout en Europe, au Proche-Orient et en Russie. Actuellement rien ne nous renseigne sur les origines de cette pratique. Nombre de chercheurs pensent que les vases acoustiques sont affiliés aux *echea* antiques. La question de cette filiation doit être remise en question et étayée par des preuves tangibles, et ce point fait d'ailleurs l'objet d'une discussion dans notre travail de Master. Toujours est-il qu'on constate, en Occident, un hiatus important entre l'Antiquité tardive et le XI^e siècle, période où on observe la présence des premiers vases acoustiques. Nous savons que les Arabes ont largement contribué à la transmission des savoirs antiques en Occident, aussi les Encyclopédies orientales et occidentales paraissaient-elles une piste possible pour approfondir cette question. Au delà de l'héritage antique, on sait que plusieurs connaissances scientifiques élaborées dans le monde islamique ont été reprises par les Latins : on peut donc envisager également l'hypothèse d'un emprunt direct. Au vu de l'importance du corpus des encyclopédies médiévales, une étude exhaustive sera impossible à réaliser. Néanmoins un sondage bibliographique préliminaire devrait permettre d'évaluer le potentiel de cette littérature et d'établir un échantillonnage pertinent.

Enfin, poursuivant sur la lancée du travail commencé pour le mémoire de master, il faudra poursuivre l'analyse lexicographique des termes acoustiques employés dans les textes étudiés. Il est indispensable, entre autres, de définir précisément les termes, comme "écho" ou "résonance", employés aux époques médiévale et moderne, toujours dans l'optique de comprendre les intentions des bâtisseurs et des commanditaires ou bien mesurer si ces termes sont indifféremment utilisés.

Bibliographie

Service départemental de l'Architectura et du Patrimoine de la Seine-Maritime (SDAP)
Service Régional de l'Archéologique de la Haute-Normandie, Carte Archéologique (SRA)
Service Régional de l'Inventaire de la Haute-Normandie (SRI)

Pour les communes de :

Alvimare ; Bellencombre ; Blossenville-sur-Mer ; Bosc-Bénard-Commin ; Caudebec-en-Caux ;
Contremoulins ; Fiquefleur-Equainville ; Flancourt-Catelon ; Fort-Moville ; Fry ; Longroy ;
Mont-Saint-Aignan ; Montivilliers ; Perruel ; Rouen ; Saint-Laurent-de-Brévedent ; Saint-
Laurent-en-Caux ; Saint-Martin-de-Boscherville ; Sotteville-lès-Rouen ; Saint-Laurent-en-
Caux ; Saumont-de-la-Poterie ; Sotteville-lès-Rouen.

- AUBRY, 1906.

Aubry Pierre, *La musique et les musiciens d'église en Normandie au XIII^e siècle, d'après le
« Journal des visites pastorales » d'Odon Rigaud*, Paris, Honoré Champion, 1906, 57 p.

- BAILHACHE 2001.

Bailhache Patrice, *Une histoire de l'acoustique musicale*, Paris, C.N.R.S éd.. éditions, 2001,
199 p.

- BEAUREPAIRE, LAPORTE 1982-1984.

Beaurepaire Charles (Robillard de), *Dictionnaire topographique du département de Seine-
Maritime, comprenant les noms de lieux anciens et modernes, élaboré au XIX^e siècle*, revu,
complété, entièrement refondu et publié par Dom Jean Laporte, Paris, Bibliothèque Nationale
CTHS, 1982-1984, 2 vol.

- BECK 1981.

Beck Bernard., *Quand les Normands bâtissaient les églises : 15 siècles de vie des hommes,
d'histoire et d'architecture religieuse dans la Manche*, Coutances, OCEP, 1981, 204 p.

- BOTTINEAU-FUCHS 2001.

Bottineau-Fuchs Yves., *Haute-Normandie gothique : architecture religieuse*, Paris, Picard,
2001, 404 p.

- BOUYER 1991.

Bouyer Louis, *Architecture et liturgie*, éd. du Cerf, Paris, 1991, 108 p.

- BULL. COM. ANT. S.-I. 1895.

Séance du 8 novembre 1895, *Bulletin de la Commission des antiquités de Seine-Inférieure*, t. X, 1895.

- BULL. COM. ANT. S.-M. 1970-1971.

Mont-Saint-Aignan, *Bulletin de la Commission des Antiquités de la Seine Maritime*, t. XXVIII, 1970-1971, pp. 264-267.

- BUNEL , TOUGARD 1875.

Bunel J., Tougard A., *Géographie de la Seine-Inférieure*, arrondissement de Neufchâtel, 1875, p. 47-48.

- CARMEN-LANFRY 1968.

Carment-Lanfry Anne-Marie, Ces églises romanes des anciens archidiaconés du grand et du petit Caux au diocèse de Rouen, *Revue des Sociétés savantes de Haute-Normandie*, n° 51, 1968, pp. 33-34.

- CARMEN-LANFRY 1969.

Carment-Lanfry Anne-Marie, Ces églises romanes des anciens archidiaconés du grand et du petit Caux au diocèse de Rouen, *Revue des Sociétés savantes de Haute-Normandie*, n° 44, 1966, pp. 5-19.

- CHALINE 1977.

Chaline Nadine-Josette (dir.), *Le diocèse de Rouen-Le Havre*, Paris, Beauchesne, 1977, 332 p.

- CHARPILLON, CARESME 1866-1879.

Charpillon M., Caresme (Abbé), *Dictionnaire historique des communes du département de l'Eure : histoire, géographie, statistique*, Rouen, Cagniard, 1866-1879, 2 vol.

- COCHET 1844-1846.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, *Les églises de l'arrondissement du Havre*, reproduction en fac-similé de l'éd. de 1844-1846, Saint-Pierre-de-Salerne, G.Monfort, 1977, 2 vol.

- COCHET 1846-1850

Cochet Jean-Benoît-Désiré, *Les églises de l'arrondissement de Dieppe*, reproduction en fac-similé des éd. de 1846 pour le t.1, 1850 pour le t. 2, Brionne, Le Portulan,1972, 2 vol.

- COCHET 1852.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, *Les églises de l'arrondissement d'Yvetot*, Paris, Didron,1852, 2 vol.

- COCHET 1862.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, Archéologie monumentale, Poteries acoustiques, *Bulletin de la société des Antiquaires de Normandie*, 1^{er} trimestre, t. 2, Paris, Société des Antiquaires de Normandie,1862, p.557-564.

- COCHET 1864.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, Note sur les poteries acoustiques de nos églises, *Précis analytique de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen*, Rouen, 1864, p.181-191.

- COCHET 1867.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, Vase acoustique et cœurs en plomb découverts dans l'église de Saint-Laurent-de-Brévedent, *Revue de la Normandie*, 1867, p. 505-507.

- COCHET, 1868.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, Bellencombre – Vases acoustiques, *Bulletin de la Commission des Antiquaires de Seine-Inférieure*, Rouen, 1868, p. 12-13.

- COCHET (BULL. COM. ANT. S.-I.) 1868.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, Echo du château du Genetay, *Bulletin de la commission des antiquités de Seine-Inférieure*, t. 1, 1868, pp. 372-373.

- COCHET 1871.

Cochet Jean-Benoît-Désiré, *Répertoire archéologique du département de la Seine-Inférieure*, Paris, Imprimerie Nationale, 1871, 652 p.

- COMITE HISTORIQUE DES ARTS ET MONUMENTS 1842-1843.

Comite Historique des arts et des monuments, *Bulletin Archéologique publié par le Comité historiques des Arts et Monuments*, Paris, 1842-1843, t. 2, p. 440.

- COURRIER NEUBOURG PONT-AUDEMER 1988.

Bosc-Bénard-Commin, des poteries acoustiques dans le plafond de l'église, *Courrier Neubourg Pont-Audemer*, 12 octobre 1988, p. 29.

- CRUNELLE 1984.

Crunelle Marc, *Existe-t-il une tradition acoustique dans l'architecture occidentale ?*, Bruxelles, Institut supérieur d'architecture Victor Horta, 1984, 35 p.

- DAVRIL 2003.

Davril Anselme (fr.), La liturgie monastique au XIIe siècle, *L'architecture gothique au service de la liturgie, Actes du Colloque organisé à la Fondation Singer-Polingac (Paris) le jeudi 24 octobre 2002, édité par Agnès Bos et Xavier Dectot*, Turnhout, 2003, p. 67-78.

- DE BOÛARD 2001.

Boüard (de) Michel (dir.), *Histoire de la Normandie*, 1^{ère} éd. 1970, nouvelle édition, revue et complétée, Rennes, Ed Ouest-France, 2001, 540 p.

- DELOMIER 2008.

Delomier Chantal, Les espaces ecclésiaux et liturgiques à Pommiers-en-Forez, *Architecture et pratiques religieuses, VI^e biennal de Pommiers, 15 juin 2007, Manifestation organisée par l'Association Culturelle de Pommiers en Forez, avec le soutien du Conseil Général de la Loire*, Pommiers, 2008, pp. 47-56.

- DELISLE 1876.

Delisle Léopold, *Recueil des historiens des Gaules et de la France*, tome XXIII, 1876, p. 228-339.

- DESARNAULDS 2002.

Desarnaulds Victor, *De l'acoustique des églises en suisse – une approche pluridisciplinaire*, Lausanne, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2002, 315 p, (thèse n°2597).

- DESCHAMPS 2003.

Deschamps Anne-Marie, La naissance de la polyphonie écrite et la déambulation dramatique dans l'espace sonore de l'architecture gothique, *L'architecture gothique au service de la liturgie, Actes du Colloque organisé à la Fondation Singer-Polingac (Paris) le jeudi 24 octobre 2002, édité par Agnès Bos et Xavier Dectot*, Turnhout, 2003, pp.145-154.

- DUBOSC 1897.

Dubosc Georges, *Rouen Monumental au XVIIe et au XVIIIe, inventaire artistique et archéologique des édifices religieux et maisons*, Rouen, Cagniard, 1897. p.110.

- DUMONT LEGER 1981.

Dumont Ernest, Léger Alfred, *Histoire de la ville d'Harfleur*, Brionne, G. Monfort, 1981, 102 p.

- FLORIOT 1964.

Floriot René, *Contribution à l'étude des vases acoustiques du Moyen-Age*, (Thèse de Doctorat), Faculté des sciences de l'Université d'Aix-Marseille, 1964, 131 p., (thèse de doctorat).

- FONTAINE 1979.

Fontaine Jean-Marc, *Contribution à l'étude des vases acoustiques disposés dans les églises*, (Mémoire du CNAM), Paris, 1979, 103 p., (mémoire du CNAM).

- FORSYTH 1985.

Forsyth Michael, *Architecture et musique, l'architecte, le musicien et l'auditeur du 17^e siècle à nos jours*, Liège, Pierre Mardaga éditeur, 1985, 360 p.

- GAUTHIEZ, ZADORA-RIO dir. 2003.

Gauthiez Bernard, Zadora-Rio Elisabeth dir., *Villages et villes au Moyen-Age : Les dynamiques morphologiques*, Tours, Maison des sciences de l'homme "Villes et territoires", Presses universitaires François-Rabelais, 2003, 2 vol.

- GERMANN 1991.

Germann Georg, *Vitruve et le vitruvianisme*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1991, 264 p.

- HENIGFELD, WERLE 2002.

Henigfeld Yves, Werlé Maxime, Sourd comme un pot acoustique ? L'exemple des céramiques engagées dans les maçonneries médiévales à Strasbourg, *Archéologie Médiévale*, n° 32, 2002, p. 135-156.

- IVERSEN 2007.

Iversen Gunilla, Le son de la lyre des vertus, *La place de la musique dans la culture médiévale, Actes du colloque organisé à la Fondation Singer-Polignac, le mercredi 25 octobre 2006*, édité par Olivier Cullin, Turnhout, 2007, pp. 47-66.

- JOURDAN-HEMMERDINGER 1991.

Jourdan-Hemmerdinger Denise., Fonction du chant dans les discours et lectures publics, *Aspects de la musique liturgique au Moyen Age, actes des colloques de Royaumont de 1986, 1987, 1988*, ed. Créaphis, Paris, 1991, p. 15-41.

- LANFRY 1968-1969.

Lanfry Georges, L'Eglise Saint-Jacques du Mont-aux-Malades, *Bulletin de la Commission des Antiquités de la Seine Maritime*, t. XXVII, 1968-1969, pp. 167-170.

- LANGLOIS 1851.

Langlois Pierre-Laurent (Abbé), *Histoire du Prieuré du Mont-aux-Malades-lès-Rouen*, Rouen, Fleury, 1851, 459 p.

- LECOMTE 1860.

Lecomte (abbé), L'archevêque Eudes Rigaud à Montivilliers, *Recueil des publications de la Société havraise d'études diverses* (1859), Le Havre, 1860, p. 172.

- LEJBOWICZ 2004.

Lejbowicz Max, Boèce : Traité de la musique, *Cahiers de recherches médiévales*, Comptes rendus, 2004, <http://crm.revues.org//index152.html>.

- LEMOINE 2007.

Lemoine Michel, Saint Augustin et la musique, *La place de la musique dans la culture médiévale, Actes du colloque organisé à la Fondation Singer-Polignac, le mercredi 25 octobre 2006*, édités par Olivier Cullin, Turnhout, 2007, pp. 11-21.

- LEMOINE, TANGUY 2004.

Lemoine François, Tanguy Jacques, *Rouen aux 100 clochers : dictionnaire des églises et chapelles de Rouen : avant 1789*, Rouen, Ed. PTC, 2004, p. 80-81.

- LIENARD 2001.

Liénard Pierre, *Petite histoire de l'acoustique : bruits, sons et musique*, Paris, Hermès science, Lavoisier, 2001, 507 p.

- LONGNON 1903.

Longnon Auguste, *Pouillés de la Province de Rouen*, Paris, Imprimerie Nationale, 1903, 602 p.

- MOREAU 2003.

Moreau Solène, *Les vases acoustiques dans les églises romanes*, Université de Poitiers, 2003, 39 p., (Mémoire de DEA).

- MUSSET 1987.

Musset Lucien, *Normandie romane, La Haute-Normandie romane*, t. 2, Saint-Léger-Vauban, Zodiaque, 1974, 317 p.

- PALAZZO-BERTHOLON, VALIERE 2007.

Palazzo-Bertholon Bénédicte, Valière Jean-Christophe, Les vases dit acoustiques dans les églises médiévales : un programme d'études interdisciplinaire, in Burnouf J. dir., *L'Europe en mouvement, Actes du 4^e colloque tenu du 3 au 8 septembre 2007*, <http://medieval-europe-paris-2007.univ-paris1.fr/B.%20Palazzo-Bertholon%20et%20al..pdf>.

- P.N. 1988.

Bosc-Benard-Commin, la voûte de l'église contenait des poteries, *P.N.* [?], 18 octobre 1988, p. 2.

- P.-V. COM. DEP. ANT. S.-I. 1864.

Séance du 5 janvier 1843, *Procès-verbaux de la Commission départementale des Antiquités de la Seine-Inférieure*, t.1, 1864, p. 329.

- P.-V. COM. DEP. ANT. S.-I. 1867.

Séance du 2 décembre 1863, *Procès-verbaux de la Commission Départementales des Antiquités, de la Seine-Inférieure*, t. 2, 1849-1866, Rouen, 1867, pp. 254-258. p. 387.

- REBEIX 2006.

Rebeix Romain, *Les vases acoustiques au sein des églises médiévales*, Université de Bordeaux 3, 2006, 90 p., (Mémoire de Master 2).

- REVEYRON 2008.

Reveyron Nicolas, Espace sacré et musique dans l'architecture médiévale, *Architecture et pratiques religieuses, VI^e biennal de Pommiers, 15 juin 2007, Manifestation organisée par l'Association Culturelle de Pommiers en Forez, avec le soutien du Conseil Général de la Loire*, Pommiers, 2008, pp. 65-84.

- SOCIETE DES ANTIQUAIRES DE NORMANDIE 1860-...

Bulletin de la société des Antiquaires de Normandie, Paris / Caen / Rouen, (Société des antiquaires de Normandie), 1860-...

- SOCIETE DES ANTIQUAIRES DE NORMANDIE 1892-...

Mémoires de la société des Antiquaires de Normandie, Caen, Société des antiquaires de Normandie, 1892-...

- VALLERY-RADOT 1904.

Vallery-Radot Jean, Montivilliers, *Congrès archéologique*, Rouen, 1904, pp. 476-504.

- VIOLLET-LE-DUC 1868.

Viollet-le-Duc Eugène, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*, Chœur, t. 3, Pot, t. 7, Paris, 1868.

- WARSZAWSKI 2002.

Warszawski Jean-Marc, Boèce, Théorie musicale, De Institutione Musica, in *Encyclopédie de l'Agora*, tiré de *Dictionnaire des écrits sur la musique*, Berne, Francfort, New York, Peter Lang, 2002, 2324 p.,

<http://agora.qc.ca/reftext.nsf/Documents/Boece-->

[Bibliographie musicale de Boece par Jean-Marc Warszawski](#)

Sources

- ALBERTI 2004.

Alberti Leon Battista , *L'art d'édifier*, première édition 1485, traduit du latin, présenté et annoté par Pierre Caye et Françoise Choay, Paris, éd. du Seuil, 2004, 598 p.

- ARISTOTE 1993.

Aristote, *Problèmes*, section XI, texte établi et traduit par Pierre Louis, Paris, Les Belles Lettres, 1993, 285 p.

- DIDEROT 1751-1772.

Diderot Denis, *Encyclopédie ou dictionnaire des sciences, des arts et des métiers*, 1751-1772, <http://portail.atilf.fr/encyclopedie/index.htm>., articles : *cabinets secrets*, *écho*, *vases de théâtre*.

- DUPLESSIS 1740 ;

Duplessis Toussaint (Dom), *Description géographique et historique de la Haute-Normandie*, t. 2, 1740, p. 277.

- GALLOYS 1723.

Galloys (Abbé), Extrait d'un écrit composé par Dom François Quesnet, religieux bénédictin ; et envoyé à l'Académie royale des sciences, touchant les effets extraordinaires d'un écho, *Mémoires de Mathématique et de Physique, tirez des registres de l'Académie Royale des Sciences*, Amsterdam, 1723, pp. 232-236.

- KIRCHER 1673.

Kircher Athanasius, *Phonurgia nova*, fac-similé de 1673, New York, Broude brothers, 1966, 246 p.

- MELITON 1662.

Méliton, *Apocalypse de Méliton ou Révélations des mystères cénobitiques*, Saint-Léger, 1662, pp. 41-43.

- MERSENNE 1636.

Mersenne Marin, *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, Paris, première édition 1636, Paris, édition fac-similé du C.N.R.S., 1975, 3 Vol.

- ORME (DE L') 1988.

Orme, Philibert (de l'), *Traité d'architecture : Nouvelles inventions pour bien bastir et à petits fraiz (1561), Premier tome de l'architecture (1567)*, présentation par Jean-Marie Pérouse de Montclos, Paris, L. Laget, 1988, 427 p.

- PATTE 1782.

Patte Pierre, *Essai sur l'architecture théâtrale, ou De l'ordonnance la plus avantageuse à une salle de spectacles, relativement aux effets de l'optique et de l'acoustique*, Paris, Moutard, 1782, 212 p.

- RIGAUD, 1248-1269.

Bonnin Théodose, *Journal des visites pastorales d'Eudes Rigaud: 1248-1269, publié par Th. Bonnin*, Rouen, Auguste le Brument, 1852.

- SALOMON 1876.

Salomon E., *Notice sur l'ancien Temple-Neuf et l'ancien Gymnase de Strasbourg*, 1876.

- VIGNEUL-MARVILLE 1725.

Vigneul-Marville, *Mélanges d'histoire et de littérature*, Paris, 1725, t. 1, p. 263.

- VILLARD de HONNECOURT 1986.

Villard de Honnecourt, *Carnet de Villard de Honnecourt*, présenté et commenté par Alain Erlande-Brandenburg, Régine Pernoud, Jean Gimpel, Roland Bechmann, Paris, Stock, 1986, 126 p.

- VITRUVÉ 1847.

Vitruve, *L'Architecture*, Volume 1, nouvelle traduction par Ch.-L. Maufra, Paris, C.L.F. Panckoucke, 1847, 584 p.